UNIVERSIDAD DEL AZUAY

FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

Gestión de lecturas y datos para medidores de energía eléctrica

Trabajo de graduación previo a la obtención del título de:
INGENIERO ELECTRÓNICO

Autor:
JUAN PABLO MÉNDEZ SOLIS

Director:
ING. PAÚL ANDRÉS PATIÑO LEÓN, MST.

CUENCA-ECUADOR
2019

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mi familia con la que Dios me ha permitido crecer y por el apoyo constante para el desarrollo y la culminación de mis estudios. A mi madre Olga Solis y mi padre Celso Méndez por su infinito amor y por enseñarme que, a pesar de que tenga que librar muchas batallas en el camino, todo se puede lograr si uno mismo se lo propone.

A mi esposa Diana, por entregarme su corazón y permitirme compartir junto a ella la verdadera experiencia de vivir, a mis hijos Mateo y Dayanna por hacerme sentir inmensamente feliz cada día.

Juan Pablo

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer infinitamente a los docentes de la Escuela de Ingeniería Electrónica de la Universidad del Azuay por su valiosa y constante formación académica, de manera especial al Ing. Andrés Patiño por el apoyo brindado durante la elaboración de la presente tesis. A la Empresa Eléctrica de Loja (EERSSA) y de Babahoyo (CNEL) por su apoyo para que este proyecto pueda desarrollarse de la mejor manera y a todos sus funcionarios por su gran ayuda y solidaridad.

ÍNDICE

DEDICATORIA II
AGRADECIMIENTO III
ÍNDICE DE IMÁGENES VII
ÍNDICE DE ANEXOS IX
ÍNDICE DE TABLAS X
RESUMEN XII
ABSTRACT XIII
CAPÍTULO 1 14
1 MARCO TEÓRICO 14
1.1 Bases de datos 15
1.2 Tablas de una base de datos 16
1.3 Claves en la base de datos 17
1.3.1 Superclaves 17
1.3.2 Claves Candidatas 18
1.3.3 Clave Primaria 18
1.3.4 Clave Foránea 18
1.4 Ejemplos de aplicaciones de base de datos 18
1.5 MySQL 19
1.5.1 Características MySQL 19
1.6 SQLite 20
1.7 Android 21
1.7.1 Componentes de las aplicaciones 21
1.7.2 Versiones de Android 22
1.7.3 Arquitectura de Android 24
1.7.3.1 El núcleo Linux 24
1.7.3.2 Runtime de Android 25

1.7.3.3 Librerías nativas 25

1.7.3.4 Entorno de la aplicación 26

1.8 Netbeans 27

1.9 Códigos QR 28

1.9.1 Códigos QR en distintos ámbitos 29

1.10 Almacenamiento en la nube 30

1.10.1 Clasificación del almacenamiento en la nube 30

1.10.1.1 Almacenamiento en nube pública 30

1.10.1.2 Almacenamiento en nube privada 31

1.10.1.3 Almacenamiento en nube híbrida 31

1.10.2 Ventajas y desventajas en el almacenamiento en nube 32

1.10.3 Acceso al almacenamiento en la nube 32

1.10.4 Seguridad en el almacenamiento en nube 33

1.11 Comunicación inalámbrica 33

1.11.1 Tecnologías inalámbricas 34

1.11.1.1 Redes inalámbricas de área personal (Wireless Personal-Area Networks - WPAN). 35

1.11.1.2 Redes inalámbricas de área local (Wireless Local-Area Networks - WLAN). 35

1.11.1.3 Redes inalámbricas de área metropolitana (Wireless Metropolitan - Area Networks - WMAN). 36

1.11.1.4 Redes inalámbricas de área amplia (Wireless Wide-Area Networks - WWAN). 37

1.11.1.4.1 Red de telefonía móvil 37

1.11.1.4.2 Satelital 38

1.12 Sistema de posicionamiento global - GPS 39

1.13 Visual Studio 40

1.14 Metodología del proyecto 40

CAPÍTULO 2 42
2 ESTADO DEL ARTE 42
2.1 Empresa Eléctrica Loja EERSSA 42
2.2 SIACAT 43
2.3 Electrolima S.A 43
2.4 Empresa Eléctrica Quito S.A. 45
CAPÍTULO 3 47
3 DISEÑO DE LA SOLUCIÓN 47
3.1 Estado actual del sistema de lecturas 47
3.2 Sistema de lecturas propuesto 48
3.3 Requerimientos de la aplicación móvil 50
3.3.1 Interfaz de usuario 51
3.3.2 Transmisión y recepción de datos 52
3.3.3 Acceso remoto 54
3.3.4 Gestión de la base de datos 54
3.3.5 Identificación de códigos QR 55
3.3.6 Modo offline 56
3.3.7 GPS 56
3.4 Prototipo del sistema 56
CAPÍTULO 4 58
4 IMPLEMENTACIÒN DEL SISTEMA 58
4.1 Introducción 58
4.2 Especificación de requerimientos 58
4.3 Casos de uso 61
4.4 Desarrollo de la base de datos MySQL 64
4.5 Desarrollo del sistema de lecturas 65
4.6 Desarrollo del generador de códigos QR 66

4.7 Desarrollo del sistema de administración 66
4.8 Arquitectura del sistema 67
4.9 Etapas del desarrollo de la aplicación 68
4.10 Plan de pruebas 69
CAPÍTULO 5 80
5 CONCLUSIONES 80
REFERENCIAS 82
ANEXOS 85
Anexo 1 Implementación del código 85
Anexo 2 Construcción del código para la impresión de QR 94
Anexo 3 Construcción del sistema de administración 95
Anexo 4 Pruebas de funcionamiento 99
Anexo 5 Proceso de envío de fotografías por ftp 114

ÍNDICE DE IMÁGENES

Figura 1. 1 Jerarquía de los elementos de datos. 15
Figura 1. 2 Tablas de una base de datos relacional. 17
Figura 1. 3 Arquitectura Cliente-Servidor SQLite 20
Figura 1. 4 Arquitectura de Android 24
Figura 1. 5 Sistema de capas de Android 27
Figura 1. 6 Plataforma Java 28
Figura 1. 7 Código QR 29
Figura 1. 8 Clasificación de las redes inalámbricas 34
Figura 1. 9 Esquema de una WLAN en el hogar 36
Figura 1. 10 Diagrama de una red WiMAX 37
Figura 1. 11 Redes de telefonía móvil y de satélite 39
Figura 1. 12 Sistema de Posicionamiento Global GPS 39
Figura 1. 13 Visual Studio 40

Figura 2. 1 Empresa Eléctrica EERSSA 42
Figura 2. 2 Sistema de información de Catastros y Territorio 43
Figura 2. 3 Mecanismo para la toma de lecturas 44
Figura 2. 4 Lectura de medidores con tecnología Bluetooth. 45
Figura 2. 5 Sistema pocket para lectura. 46

Figura 3. 1 Esquema del sistema de lectura 48
Figura 3. 2 Impresiones de los códigos QR 49
Figura 3. 3 Comunicación con los dispositivos al servidor 50
Figura 3. 4 Requerimientos de aplicación móvil 51
Figura 3. 5 Interfaz de usuario 52
Figura 3. 6 Componentes de un sistema de transmisión de datos 53
Figura 3. 7 Acceso remoto 54
Figura 3. 8 Consulta y modificación de datos 55
Figura 3. 9 Identificación QR en dispositivos móviles 55
Figura 3. 10 Proceso offline 56
Figura 3. 11 GPS 56
Figura 3. 12 Prototipo del sistema 57

Figura 4. 1 Implementación del sistema 58
Figura 4. 2 Sistema de lecturas 61
Figura 4. 3 Sistema de la administración 62
Figura 4. 4 Sistema de impresión de códigos QR 63
Figura 4. 5 Recuperar fotografías 64
Figura 4. 6 Base de datos SQL 65
Figura 4. 7 Aplicación del sistema de lecturas en Android Studio 65
Figura 4. 8 Desarrollo de la aplicación para la creación de códigos QR 66
Figura 4. 9 Sistema de administración en Visual Studio. 67
Figura 4. 10 Arquitectura del sistema 68
Figura 4. 11 Consolidación de los procedimientos 69

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Figura 1 Inicio del sistema 85
Anexo 1 Figura 2 Accesos del menú principal 86
Anexo 1 Figura 3 Listado de rutas 87
Anexo 1 Figura 4 Ubicación de los medidores 88
Anexo 1 Figura 5 Ingreso de lectura y fotografía del medidor. 89
Anexo 1 Figura 6 Cantidad de medidores lecturados por ruta. 90
Anexo 1 Figura 7 Ingreso de lecturas de medidores especiales. 91
Anexo 1 Figura 8 Sistema de identificación 92
Anexo 1 Figura 9 Datos del cliente 93
Anexo 1 Figura 10 Transmisión de información. 94

Anexo 2 Figura 1 Creación del archivo pdf 95
Anexo 2 Figura 2 Conexión con la base de datos 95

Anexo 3 Figura 1 Visual Studio 96
Anexo 3 Figura 2 Conexión 96
Anexo 3 Figura 3 Inicio del sistema de administración 97
Anexo 3 Figura 4 Sistema de administración 97
Anexo 3 Figura 5 Cargar las rutas 98
Anexo 3 Figura 6 Descarga de las rutas 98

Anexo 4 Figura 1Inicio del sistema. 99
Anexo 4 Figura 2 Interfaz del sistema. 100
Anexo 4 Figura 3 Interfaz de ruta 100
Anexo 4 Figura 4 Interfaz de transmisión 101
Anexo 4 Figura 5 Opción identificador 101
Anexo 4 Figura 6 Interfaz de medidores especiales 102
Anexo 4 Figura 7 Interfaz de reportes 102
Anexo 4 Figura 8 Listado de rutas cargadas 103
Anexo 4 Figura 9 Listado de medidores y ubicación 104
Anexo 4 Figura 10 Selección de proceso 105

Anexo 4 Figura 11 Ventana de lecturas. 106
Anexo 4 Figura 12 Ingreso de fotografía 107
Anexo 4 Figura 13 Envío de información 108
Anexo 4 Figura 14 Almacenamiento interno fotografías 108
Anexo 4 Figura 15 Ingreso al administrador 109
Anexo 4 Figura 16 Proceso de trabajo 109
Anexo 4 Figura 17 Asignación de rutas 110
Anexo 4 Figura 18 Filtro de estado 110
Anexo 4 Figura 19 Ventana de rutas 111
Anexo 4 Figura 20 Asignación IP para la transmisión 111
Anexo 4 Figura 21 Envío y recepción de rutas por medio del dispositivo móvil 112
Anexo 4 Figura 22 Recepción de datos en el servidor 112
Anexo 4 Figura 23 Proceso de creación de códigos QR 113
Anexo 4 Figura 24 Códigos QR 114

Anexo 5 Figura 1 Conexión ftp 115
Anexo 5 Figura 2 Envío de fotografías 116

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. 1 Versiones Android 22
Tabla 1. 2 Librerías nativas de Android 25
Tabla 1. 3 Estándares de red WLAN 35
Tabla 1. 4 Generaciones de telefonía móvil 38

Tabla 4. 1 Sistema de lecturas 59
Tabla 4. 2 Sistema de la administración 59
Tabla 4. 3 Sistema de impresión de códigos QR 60
Tabla 4. 4 Recuperar fotografías 60
Tabla 4. 5 Función de sistema de lecturas 61
Tabla 4. 6 Función de sistema del administrador 62
Tabla 4. 7 Funcionamiento de sistema de impresión de código QR 63
Tabla 4. 8 Recuperar fotografías 64

Tabla 4. 9 Prueba del sistema de lectura. 69
Tabla 4. 10 Prueba de los requisitos offline 72
Tabla 4. 11 Prueba de sistema de administración 73
Tabla 4. 12 Prueba de elaboración de código QR. 76
Tabla 4. 13 Prueba de envió de información hacia un almacenamiento en nube. 78

Gestión de lecturas y datos para medidores de energía eléctrica

RESUMEN

En este proyecto se desarrollará una aplicación móvil que permita la captura de imágenes y el ingreso de lecturas de medidores de energía eléctrica, para luego transmitir esta información hacia un servidor centralizado vía internet.

Adicionalmente el aplicativo puede importar información geo referenciada de las rutas de lectura y medidores, así como reconocer códigos QR, en función de los cuales, se recupera la información comercial del cliente (código, nombre, serie del medidor, etc.).

Finalmente se implementará un sistema de administración donde se podrá gestionar la información de las lecturas, rutas, imágenes, y exportar los datos requeridos en el formato establecido.

Palabras clave: *Aplicación móvil, Código QR, Medidores de energía eléctrica.*

Ing. Daniel Iturralde Piedra. Ph.D
Coordinador de Carrera

Mst. Paúl Patiño
Director de Trabajo de Titulación

Juan Pablo Méndez S.
Autor

Gestión de lecturas y datos para medidores de energía eléctrica

ABSTRACT

This project developed a mobile application that allows the capture of images, the input of readings from electric power meters and the transmission of this information to a centralized server via internet. Additionally, the application can import geo-referenced information from reading paths and meters and recognize QR codes, based on which, the customer's commercial information can be retrieved (code, name, meter series, etc.). Finally, an administration system was implemented to manage the information of the readings, routes, images and export the required data in the established format.

Keywords: *Mobile application, QR code, Electric power meters.*

Ing. Daniel Iturralde Piedra. Ph.D
Faculty Coordinator

Mst. Paúl Patiño
Thesis Director

Juan Pablo Méndez S.
Author

UNIVERSIDAD DEL AZUAY
Dpto. Idiomas

Translated by
Ing. Paúl Arpi

"Gestión de lecturas y datos para medidores de energía eléctrica"

CAPÍTULO 1

1 MARCO TEÓRICO

Introducción

Actualmente, las empresas distribuidoras de electricidad administran las lecturas de consumo a través de medidores digitales, los cuales ofrecen una mayor precisión y fiabilidad en cuanto a la información que proporcionan. Pese a ello, existe una gran cantidad medidores electromagnéticos cuyas lecturas son realizadas por personal de campo, por lo que están sujetas a errores durante la captura de información o en la digitación de datos en el sistema. Esto causa malestar al abonado al recibir planillas de consumo con valores erróneos.

El objetivo del proyecto es optimizar el proceso de lecturas de medidores de energía eléctrica a través del desarrollo de un sistema fácil e intuitivo que será operado por el personal de campo y que permitirá el envío de la información hacia un servidor centralizado, mejorando su disponibilidad y fiabilidad.

El desarrollo del presente proyecto involucra el uso de diversas tecnologías, entre las que podemos citar:

- Bases de datos.
- Sistemas operativos para dispositivos móviles.
- Herramientas de desarrollo de aplicaciones.
- Códigos Quick Response.
- Almacenamiento en nube.
- Comunicación inalámbrica

1.1 Bases de datos

Entendemos como una base de datos a ***"un conjunto de registros integrados que jerárquicamente está caracterizado de la siguiente manera: los bits conforman los bytes o caracteres; los caracteres constituyen campos; los campos integran registros y los registros forman los denominados archivos de datos del usuario"***

Adicionalmente una base de datos contiene una descripción de su estructura, llamada diccionario de datos. (Manzano, 2016)

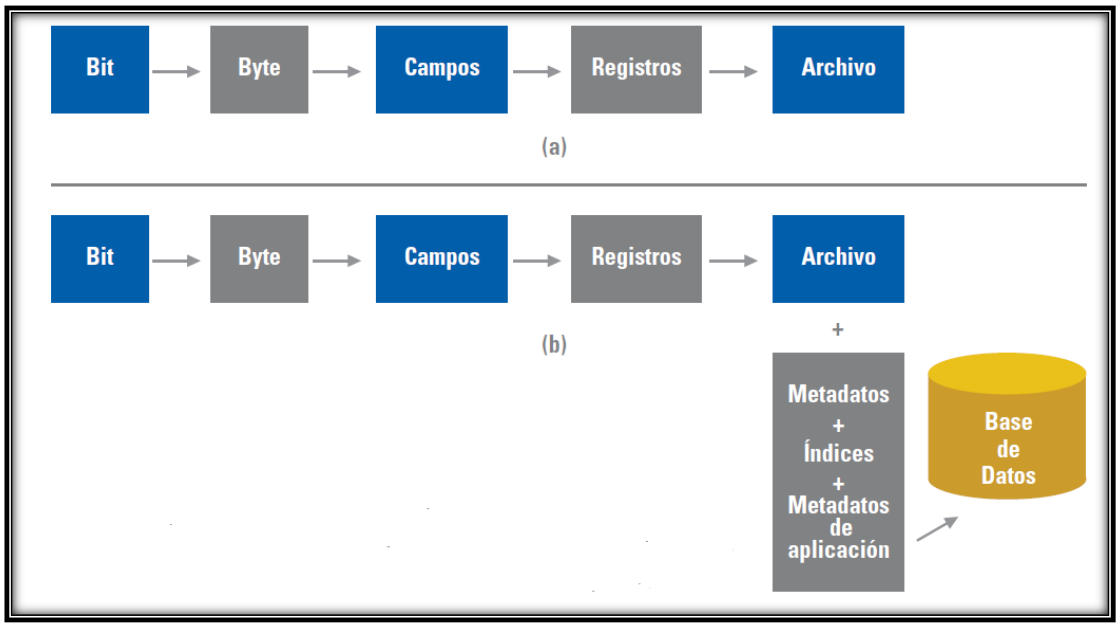


Figura 1. 1 Jerarquía de los elementos de datos.
Fuente: (Manzano, 2016)

Existen diferentes modelos de base de datos, entre los cuales podemos citar:

- ***Jerárquico:*** Este modelo tiene una estructura similar a un árbol invertido que está organizado en nodos. Cada nodo puede tener varios nodos secundarios, pero un nodo secundario puede tener un solo nodo principal.

  Es considerado un modelo inadecuado para muchas aplicaciones debido a que tiene una estructura inflexible. Algunas implementaciones como IMS de IBM utilizan este modelo. (Andy Oppel, 2010)

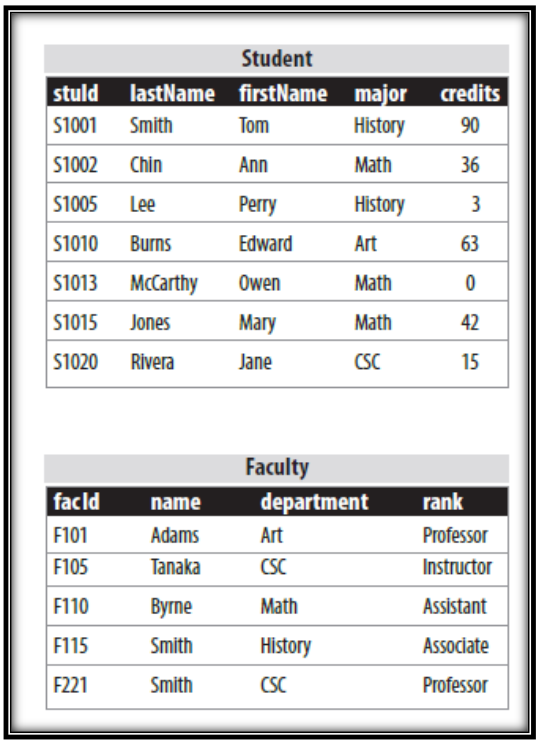
- ***Red:*** En este esquema los datos están organizados en tipos de registros, equivalentes a tablas en una base de datos relacional. Tiene una estructura en forma de árbol invertido pero los registros se organizan según su tipo en propietarios y miembros.

  Tiene limitaciones y complejidad al acceder a la base de datos, por ejemplo, el usuario debe conocer la estructura y mantener un seguimiento cuidadoso en su ubicación y de cómo debe llegar ahí. (Andy Oppel, 2010)

- ***Relacional:*** Este modelo representa los datos y las relaciones entre ellos mediante una colección de tablas, cada una de las cuales tiene un número de columnas con nombres únicos. (Manzano, 2016)
  Este esquema resuelve algunas de las limitaciones de los modelos jerárquicos y de red. (Andy Oppel, 2010)

1.2 Tablas de una base de datos

Estructuralmente las tablas están conformadas por filas, que corresponden a registros individuales, y columnas, que corresponden a atributos. (Ricardo, 2009)



Student

stuId	lastName	firstName	major	credits
S1001	Smith	Tom	History	90
S1002	Chin	Ann	Math	36
S1005	Lee	Perry	History	3
S1010	Burns	Edward	Art	63
S1013	McCarthy	Owen	Math	0
S1015	Jones	Mary	Math	42
S1020	Rivera	Jane	CSC	15

Faculty

facId	name	department	rank
F101	Adams	Art	Professor
F105	Tanaka	CSC	Instructor
F110	Byrne	Math	Assistant
F115	Smith	History	Associate
F221	Smith	CSC	Professor

Figura 1. 2 Tablas de una base de datos relacional.
Fuente: (Ricardo, 2009)

1.3 Claves en la base de datos

Las claves son ítems de datos que permiten diferenciar o relacionar los registros. Entre las principales tenemos:

- Superclaves
- Claves Candidatas
- Claves Primarias
- Claves Foráneas

1.3.1 Superclaves

Se define como un atributo, o conjunto de atributos de una tabla, que permite identificar de manera única, una entidad de otra. (Mannino, 2007)

1.3.2 Claves Candidatas

Una fila puede ser caracterizada de las demás por el número de atributos. Estos atributos establecen lo que es una clave candidata.
Una clave principal es una clave candidata que representaría a una fila de manera unívoca. (Mannino, 2007)

1.3.3 Clave Primaria

Es un campo o campos que identifican de manera única un registro de la tabla. Cada tabla está formada por columnas que pueden agruparse en una clave principal, con ciertos valores únicos para identificar la fila. (Mannino, 2007)

1.3.4 Clave Foránea

Se define como clave foránea a una columna o un conjunto de columnas en una tabla, cuyos valores corresponden a los valores de una clave primaria de otra tabla. (Center, 2018)

1.4 Ejemplos de aplicaciones de base de datos

Entre algunas de las aplicaciones de las bases de datos, podemos citar:

- En las universidades para gestionar las matrículas de los estudiantes, calificaciones, asistencias de los alumnos y profesores.

- En la cadena de producción para operaciones como el manejo del inventario de bodegas y pedidos.

- En el registro de libros que se encuentran en la biblioteca, búsqueda de títulos o autores, control de entrada y salida de los libros, etc.

- En los supermercados y comercios para el manejo de inventarios, facturación, etc. (Manzano, 2016)

1.5 MySQL

MySQL es un administrador de base de datos relacional (RDBMS), por lo que puede acceder y procesar considerables volúmenes de información.

El objetivo de esta herramienta es la de crear y usar una base de datos simple que permita la conectividad a un servidor centralizado, el mismo que puede atender consultas y otras operaciones de forma eficiente. (Gilfillan).

1.5.1 Características MySQL

Entre las características más relevantes de MySQL podemos citar:

- Creación y configuración de usuarios con distintos esquemas de permisos.
- Facilidad de exportación e importación de datos.
- Ejecución de conjuntos de instrucciones almacenadas en ficheros externos.
- Interfaces de desarrollo de aplicaciones disponibles para C, C++, Eiffel[1], Java[2], Perl[3], PHP[4], Python[5], etc.
- Soporte para una gran cantidad de procesadores.
- Operación en esquemas de cliente – servidor para aplicaciones móviles. (Santillan, 2005)

[1] Eiffel: Es un lenguaje de programación orientado a objetos.
[2] Java: Es un lenguaje de programación de propósito general.
[3] Perl: Lenguaje de programación para construir aplicaciones para el web, extraer información de archivos de texto y generar informes del contendido de ficheros.
[4] PHP: Preprocesador de hipertexto diseñado para el desarrollo web.
[5] Python: Es un lenguaje de programación versátil multiplataforma y multiparadigma que se destaca por su código legible.

1.6 SQLite

SQLite es una biblioteca dominio público que provee un sistema de gestión de datos relacionales (RDBMS). Esta base de datos es un producto abierto, simple y de fácil administración.

SQLite tiene las siguientes características:

- Acceso directo a los archivos de almacenamiento.
- Fácil creación de bases datos
- Bases de datos completas pueden estar contenidas en una librería única.
- Reducido consumo de memoria.
- Transacciones seguras, permitiendo acceso confiable a los múltiples procesos o hilos.
- Compatibilidad con SQL estándar.
- En conjunto, SQLite provee un ambiente funcional y flexible a la base de datos, consumiendo recursos mínimos para desarrolladores y usuarios. (Kreibich, 2010)

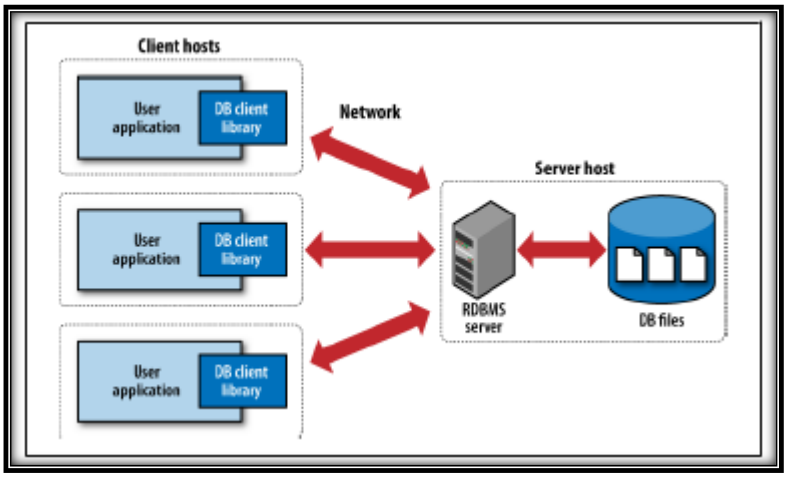


Figura 1. 3 Arquitectura Cliente-Servidor SQLite
Fuente: (Kreibich, 2010)

1.7 Android

Android es un sistema gratuito, de fácil acceso y manejo. Consta de una plataforma basada en Linux que es compatible con aplicaciones desarrolladas en Java. Android actualmente se usa en dispositivos móviles y tablets, lo que permite su ejecución en distintos ámbitos.

Está formado por una máquina virtual, llamada Dalvik, implementada por los creadores de esta plataforma, la misma que optimiza el manejo y la ejecución de los programas desarrollados en los dispositivos móviles. Adicionalmente Android pone a disposición de los programadores una multitud de servicios, entre los que se encuentran: Localización por medio de GPS, bases de datos con SQLite, reconocimiento de voz, navegador de Internet, multimedia, etc. (Gironés, 2012)

1.7.1 Componentes de las aplicaciones

Android está formado por cuatro tipos de componentes básicos:

- Actividades
- Servicios
- Intents
- Fragmentos

Actividades (Activity)

Son componentes de la aplicación que contienen una pantalla o ventana, con la cual los usuarios pueden interactuar realizando una acción, por ejemplo: tomar una foto, enviar un correo electrónico, marcar un número telefónico, etc. (Android, s.f.)

Servicios

Son procesos que se ejecutan en segundo plano de forma simultánea al programa principal.

Existen dos tipos de servicios:

- Servicio Local: son utilizados por aplicaciones del mismo terminal.
- Servicio Remoto: son utilizados por aplicaciones de otras terminales. (Gironés, 2012)

Intents

Son objetos de acción que facilitan la comunicación entre los componentes. Los intents son fáciles de implementar por lo que permiten llamar a aplicaciones y lanzar eventos como una llamada telefónica o visualizar una página Web. (Gironés, 2012)

Fragmentos

Representan una sección de la interfaz de usuario en una actividad. Se pueden combinar múltiples fragmentos en una sola actividad para crear una interfaz de usuario única. Los fragmentos pueden reutilizarse en otros componentes del sistema. (Android, s.f.)

1.7.2 Versiones de Android

Debido a la rápida evolución del sistema operativo Android, existen varias versiones, entre las que podríamos citar.

Tabla 1. 1 Versiones Android

Versiones Android	Características
Cupcake: Android Versión 1.5	Widgets, teclado QWERTY virtual, copy y paste, captura de vídeos.
Donut: Android Versión 1.6	Mejoría de la interfaz de la cámara, búsqueda por voz y navegación en Google Maps.

Eclair: Android Versión 2.0/2.1	Mejoras en Google Maps, salvapantallas animado, zoom digital para la cámara y un nuevo navegador de internet.
Froyo: Android Versión 2.2	Incluye hostpot Wifi, mejora de la memoria.
Ginger Bread: Android Versión 2.3	Mejoras del consumo de batería, el soporte de vídeo online y el teclado virtual. Incluye compatibilidad para pagos mediante NFC.
Honey Comb: Android Versión 3.0/3.4	Soporte para Flash y Divx. Integra Dolphin y es multitarea.
Ice Cream Sandwich: Android Versión 4.0	Multiplataforma (tablets, teléfonos móviles y netbooks), barras de estado, pantalla principal con soporte para 3D, widgets redimensionables, soporte usb para teclados, reconocimiento facial.
Lollipop: Android Versión 5	Nuevo panel de ajustes rápidos, una barra de navegación minimalista, animaciones, mejora la velocidad de apertura de aplicaciones y optimiza el consumo de memoria.
Marshmallow: Android Versión 6	Permite al usuario observar y activar los diferentes permisos, requeridos por las aplicaciones, de forma manual.
Nougat: Android Versión 7	Incorpora la ejecución de dos aplicaciones en una pantalla doble.
Oreo: Android Versión 8	Mejora en la gestión de notificaciones. Visualización de programas en pantallas flotantes
Pie: Android Versión 9.0	Nuevo panel de ajustes rápidos, respuestas rápidas a mensajes desde las notificaciones, el primer editor de

	capturas de pantalla nativo y un control de volumen mejorado.
Android Q	Otorga un mayor control sobre los permisos que obtienen las aplicaciones, como el de ubicación y burbujas flotantes de notificaciones.

Fuente: (Daniel Sanz), (Collado, 2019)

1.7.3 Arquitectura de Android

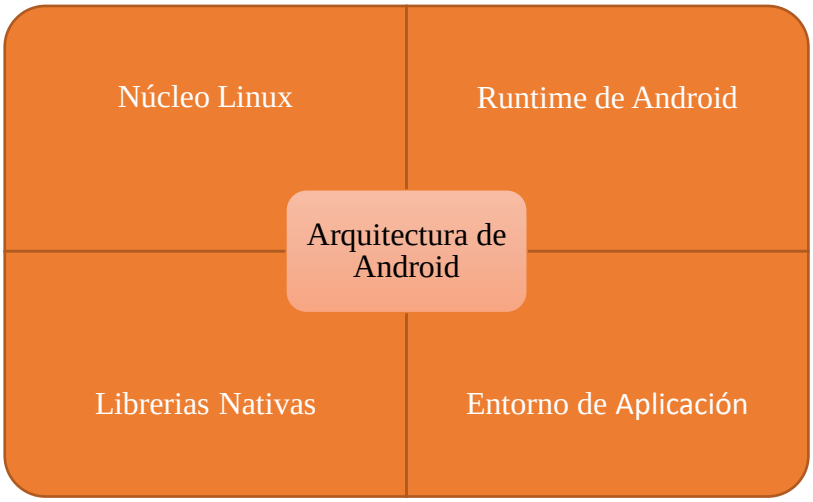


Figura 1. 4 Arquitectura de Android

1.7.3.1 El núcleo Linux

Esta capa proporciona algunos servicios como el manejo de las memorias del sistema, multiprocesos, pila de protocolo y soporte de drivers para dispositivos móviles.

Actúa como una capa de abstracción del hardware por lo que es dependiente de él. (Gironés, 2012)

1.7.3.2 Runtime de Android

Es una máquina virtual Dalvik que ejecuta ficheros en formato (.dex) para el ahorro de memoria.

Cada aplicación corre su propio proceso Linux y su manejo de la memoria es de bajo nivel. También incluye las "core libraries" que contienen la mayor parte de librerías disponibles en el lenguaje Java. (Gironés, 2012)

1.7.3.3 Librerías nativas

Es un conjunto de librerías C/C++ usadas en varios componentes de Android, muchas de las cuales son proyectos de código abierto. Entre algunas podemos citar:

Tabla 1. 2 Librerías nativas de Android

Librerías	Características
System C library	Librería C estándar. Adaptada para dispositivos basados en Linux.
Media Framework	Librería basada en PacketVideo's OpenCORE. Soporta cookies[6] de reproducción. Grabación en multitud de formatos de audio, video e imágenes.
Surface Manager	Gestiona en el acceso al subsistema de representación gráfica en 2D y 3D.
WebKit	Es un navegador web utilizado en Android.
SGL	Motor gráfico en 2D.
Librerías 3D	Utiliza un acelerador hardware 3D.

[6] Cookie: Pequeña información enviada por un sitio web y almacenada en el navegador del usuario

	Software de proyección 3D.
FreeType	Fuentes en bitmap[7]. Renderizado[8] vectorial.
SQLite	Motor de bases de datos.
SSL	Son servicios de encriptación Secure Socket Layer

Fuente: (Gironés, 2012)

1.7.3.4 Entorno de la aplicación

Es una plataforma de desarrollo totalmente libre, que simplifica la reutilización de componentes. Permite el uso de Java y entre los servicios que se incluyen están:

Views: Extenso conjunto de vistas.

Resource Manager: Proporciona acceso a recursos de la aplicación.

Activity Manager: Maneja el ciclo de vida de las aplicaciones y proporciona un sistema de navegación entre ellas.

Notification Manager: Permite a las aplicaciones mostrar alertas personalizadas en la barra de estado.

Content Providers: Mecanismo sencillo para acceder a datos de otras aplicaciones. (Gironés, 2012)

[7] Bitmap: Representación binaria en la cual un bit o conjunto de bits que corresponde alguna parte de un objeto.
[8] Renderizado: Genera una imagen visible e inteligible para el ser humano, a partir de información digital.

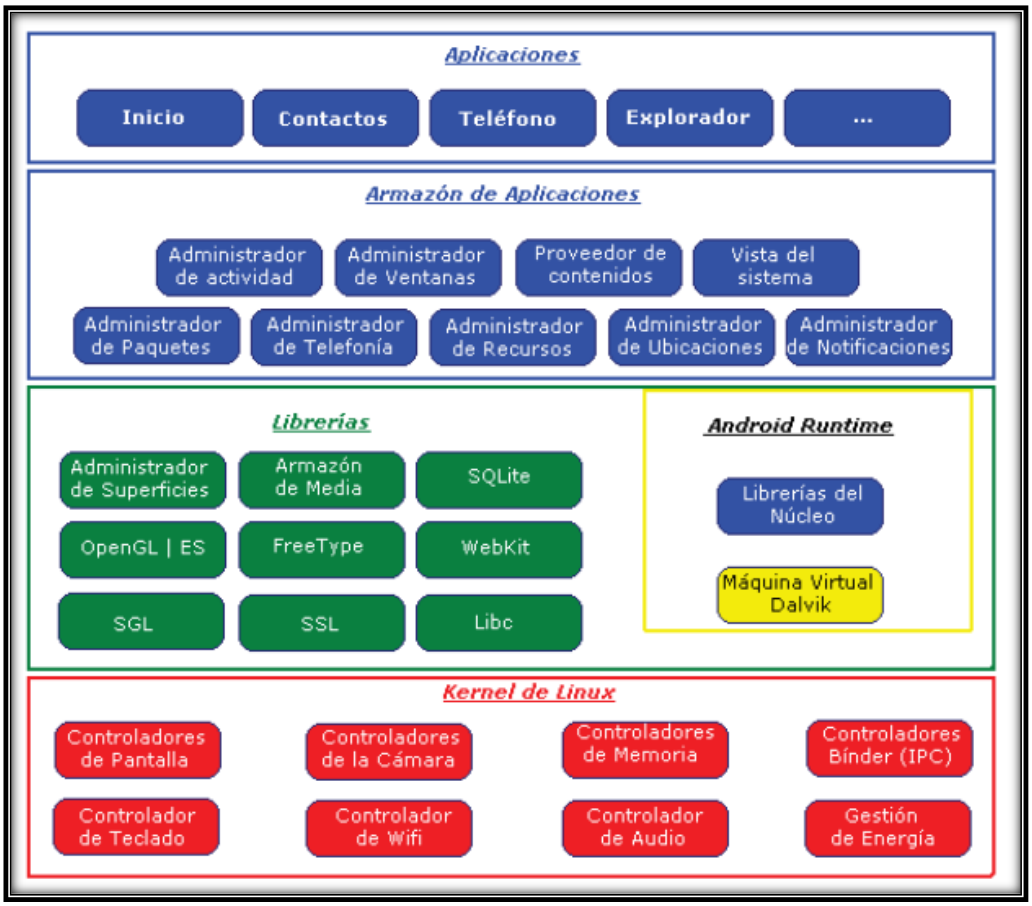


Figura 1. 5 Sistema de capas de Android
Fuente: (Daniel Sanz)

1.8 Netbeans

Netbeans empezó como un proyecto de estudiantes en República Checa en 1996. Anteriormente llevaba el nombre de Xelfi que fue el primer entorno de desarrollo (IDE) para Java.

Netbeans desapareció por un tiempo por razones estratégicas, ya que la compañía SunMicroSystems adquirió otra empresa llamada Forte, nombre que se le agregaría al inicial, apareciendo entonces como NetBeans Forte for Java, para después renombrarla como Netbeans Open Source. (EcuRed, 2009)

NetBeans es un entorno integrado de desarrollo IDE (Integrated Development Environment), fácil de usar, cómodo y completamente gratis. Es muy popular entre los programadores de Java. (Juan Manuel Gimeno, 2010)

Entre algunas de las ventajas que proporciona Netbeans están:

- Simplificación de tareas en proyectos grandes.
- Asistencia en la escritura del código.
- Ayuda en la navegación de las clases. (Juan Manuel Gimeno, 2010)

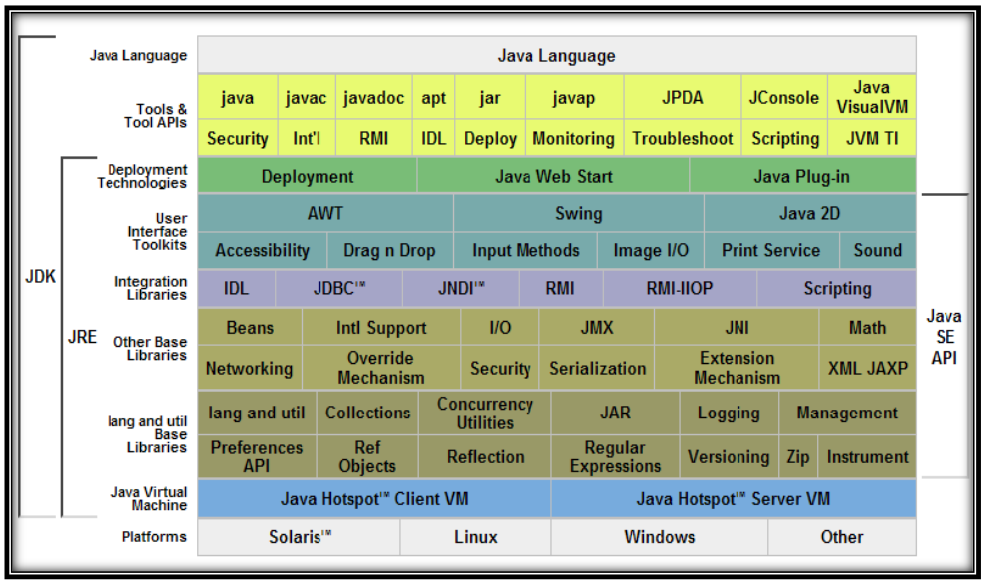


Figura 1. 6 Plataforma Java
Fuente: (Juan Manuel Gimeno, 2010)

1.9 Códigos QR

Los códigos QR fueron desarrollados por la compañía japonesa Denso Wave, en 1994. QR viene de las siglas en inglés “Quick Response”, en español “Respuesta Rápida”. Son códigos de barras bidimensionales que permiten acceder, de un modo ágil y sencillo, a una determinada información.

Pueden contener hasta 4200 caracteres alfanuméricos (letra, números y caracteres), y no son legibles para el ser humano. Sólo es posible su lectura a través de un teléfono móvil u otro dispositivo que tenga una aplicación específica para este efecto. (Hoy, 2014)

1.9.1 Códigos QR en distintos ámbitos

- **Logística:** Son utilizados por empresas de producción y comercializadoras de bienes. Por ejemplo, los fabricantes de automóviles lo usan para el marcado y registro de las piezas de todo tipo de componentes automotrices.

- **Revistas:** Puede acceder de una manera fácil y directa a determinados sitios web sin que sea necesario, teclear direcciones URL[9] largas y complejas.

- **Publicidad**: Lleva al usuario directamente a la información del producto o servicio que se promociona.

- **Tarjeta de presentación:** En lugar de escribir nombres, apellidos, direcciones postales y números de teléfono, se puede escanear el código QR y agregar esta información a un dispositivo móvil. (Hoy, 2014)

Figura 1. 7 Código QR
Fuente: (Hoy, 2014)

[9] URL: **Es la dirección específica que se asigna a cada uno de los recursos disponibles en la red (Localizador Uniforme de Recursos**).

1.10 Almacenamiento en la nube

El almacenamiento en la "nube" se refiere a un espacio virtual en donde se almacena información de significativa magnitud, con cierto grado de confianza y seguridad. Permite a los proveedores ofrecer almacenamiento virtualizado y guardar cantidades masivas de datos en centros distribuidos estratégicamente y localizados en lugares razonablemente seguros. (Hernandez, 2016)

1.10.1 Clasificación del almacenamiento en la nube

El almacenamiento en la nube puede clasificarse de la siguiente manera:

- Almacenamiento en nube pública.
- Almacenamiento en nube privada.
- Almacenamiento en nube híbrida.

1.10.1.1 Almacenamiento en nube pública

Está diseñado para trabajar con grandes cantidades de usuarios proporcionando aislamiento de datos, facilidades de acceso y seguridad. Se pueden almacenar datos críticos, archivos que tienen que estar disponibles en cualquier lugar, backups, etc.

Algunos proveedores prestan sus servicios gratuitos pero con ciertas limitaciones en la capacidad de almacenamiento. Google Drive y Yandex.Disk[10] dan de forma gratuita 15Gb y 10Gb de espacio respectivamente.

[10] Yandex.Disk: Servicio de almacenamiento de nube.

Una de las principales preocupaciones de los usuarios con respecto al almacenamiento en nube es que delegan el control y seguridad de sus datos a terceros, por lo que desconocen dónde está almacenada toda su información ni la legislación a la que está sometida.

Dentro de este modelo se incluye el almacenamiento en la nube personal o móvil que garantiza a los usuarios almacenamiento, acceso, sincronización y compartición de datos, fotos, videos y otro tipo de archivos desde cualquier parte. Entre algunos proveedores podemos citar: Google Drive, Dropbox y Apple iCloud. (Hernandez, 2016)

1.10.1.2 Almacenamiento en nube privada

Corresponde a una nube única y exclusiva para empresas privadas tiene una mejora en cuanto a la seguridad y privacidad de la información, por lo que cada usuario tiene su propia clave al momento de acceder a ella. También involucra ciertos costos dependiendo del espacio de almacenamiento. (Hernandez, 2016)

1.10.1.3 Almacenamiento en nube híbrida

En este esquema ciertos datos pueden almacenarse en una nube privada mientras que el resto de información puede guardarse en una nube pública. Para que esta organización pueda funcionar sin ningún problema debe cumplir ciertos requisitos:

- Comportarse como un almacenamiento homogéneo.
- Ser transparente y mantener los datos más usados en la nube privada mientras que el resto se traslada hacia la nube pública. Esto implica definir políticas para decidir cuándo mover y extraer los datos hacia y desde la nube pública. (Hernandez, 2016)

1.10.2 Ventajas y desventajas en el almacenamiento en nube

Ventajas

- Para las pequeñas empresas, los proveedores ofrecen acceso a bajo costo por utilizar una nube pública. Para las grandes compañías, que utilizan nubes privadas, su costo es negociable dependiendo del volumen de datos a almacenarse.
- Algunos proveedores ofrecen planes gratuitos de almacenamiento, bajo ciertas condiciones.
- Es factible aumentar la capacidad de almacenamiento.
- Se pueden realizan backups de datos de forma transparente para los usuarios.
- El acceso a la información puede hacerse desde cualquier lugar con conexión a Internet.

Desventajas

- Los usuarios temen por la seguridad y privacidad de su información.
- Es posible el acceso de los datos por parte de personas no autorizadas (hackers).
- No se puede acceder a los datos si no existe conexión a internet. (Hernandez, 2016)

1.10.3 Acceso al almacenamiento en la nube

El acceso al almacenamiento en la nube puede hacerse por medio de diferentes dispositivos: ordenadores personales, teléfonos inteligentes, tabletas, televisiones, etc.; para lo cual el proveedor ofrece una serie de interfaces y APIs[11], la mayoría de las cuales operan sobre un protocolo HTTP. La Storage Networking Industry Association (SINIA) ha publicado un estándar llamado Cloud Data Management Interface (CDMI) para los desarrolladores de aplicaciones de almacenamiento en la nube. Otro protocolo

[11] API: Interfaz de Programación de Aplicaciones.

que permite el acceso de los usuarios a los datos almacenados en una nube es el WebDAV con extensión HTTP. (Hernandez, 2016)

1.10.4 Seguridad en el almacenamiento en nube

Entre las amenazas que enfrentan los productos de almacenamiento en la nube, tenemos:

- Violación de datos.
- Pérdida de datos.
- Secuestro de cuenta o servicio.
- Interfaces y API de gestión inseguras.
- Denegación de servicios: DoS[12] y DDoS.[13]
- Personal interno malicioso.
- Fallos en la tecnología de compartición / aislamiento.
- Software vulnerable.
- Cumplimiento de la legislación vigente.
- Ataques a la red.
- Robo o pérdida de dispositivos. (Hernandez, 2016)

1.11 Comunicación inalámbrica

Las redes inalámbricas son aquellas que utilizan ondas de radio para la conectividad de los dispositivos. Comúnmente son utilizadas en ordenadores portátiles, ordenadores de escritorio, netbooks, asistentes digitales personales, teléfonos móviles, tabletas, y dispositivos localizadores.

Estas redes deben convertir la información para su transmisión en el aire. Permiten que los dispositivos remotos se conecten sin ninguna dificultad independientemente de la distancia, lo que ha permitido su popularización. (Salazar)

[12] DoS: Ataque por denegación de servicio.
[13] DDoS: Ataca al servidor desde muchos ordenadores (ataque distribuido denegación de servicio).

1.11.1 Tecnologías inalámbricas

Las redes inalámbricas se dividen en cuatro grupos según el área de aplicación y el alcance de la señal.

- Redes inalámbricas de área personal (Wireless Personal-Area Networks - WPAN).
- Redes inalámbricas de área local (Wireless Local-Area Networks - WLAN).
- Redes inalámbricas de área metropolitana (Wireless Metropolitan-Area Networks - WMAN).
- Redes inalámbricas de área amplia (Wireless Wide-Area Networks - WWAN). (Salazar)

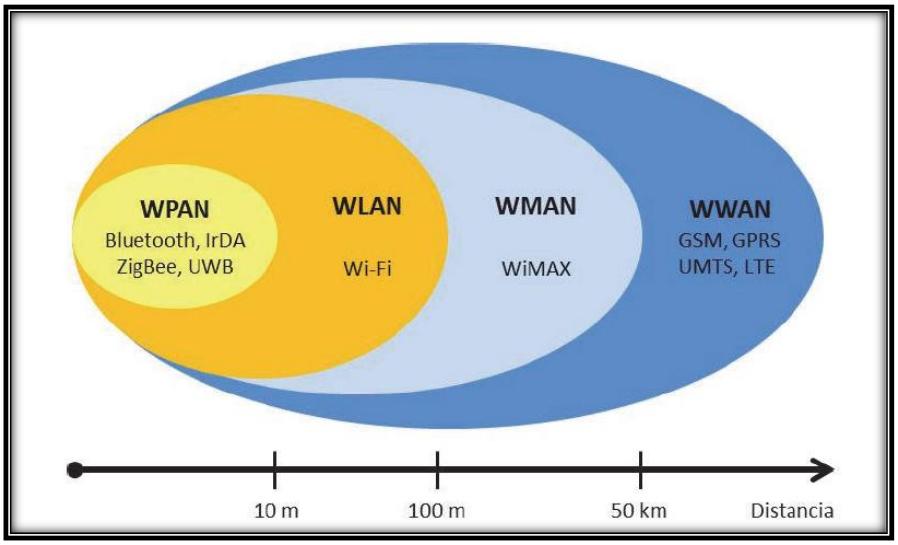


Figura 1. 8 Clasificación de las redes inalámbricas
Fuente: (Salazar)

1.11.1.1 Redes inalámbricas de área personal (Wireless Personal-Area Networks - WPAN).

Permiten la comunicación en un rango de distancias muy corto, hasta 10 metros. Facilitan el desarrollo de soluciones pequeñas, eficientes en energía y de bajo costo que pueden ser implementadas en una amplia gama de dispositivos, como teléfonos inteligentes o tablets.

Estas redes se caracterizan por tener bajo consumo de energía y velocidad de transmisión lenta. Algunas tecnologías basadas en la redes inalámbricas de área personal son: Bluetooth, IrDA, ZigBee. (Salazar)

1.11.1.2 Redes inalámbricas de área local (Wireless Local-Area Networks - WLAN).

Proporcionan acceso inalámbrico en zonas con un rango de hasta 100 metros y son utilizados principalmente en el hogar, escuelas y oficinas. Permite que los usuarios puedan moverse dentro de un área de cobertura limitada y permanecer conectados a la red local.

Utiliza el estándar IEEE 802.11 y son comercializados bajo la marca Wi-Fi. Este estándar es uno de los más sencillos de implementar.

Tabla 1. 3 Estándares de red WLAN

Estándares	Características
IEEE 802.11b	Fue uno de los primeros estándares aceptados con una velocidad de transferencia de 11Mbps y una frecuencia de 2.4 Ghz.
IEEE 802.11g	Fue diseñado para tener un ancho de banda mayor al 802.11b. Soporta clientes del 802.11b y 802.11g. Utiliza una banda de 2.4Ghz y su velocidad de transferencia es de 54Mbps.

Fuente: (Salazar)

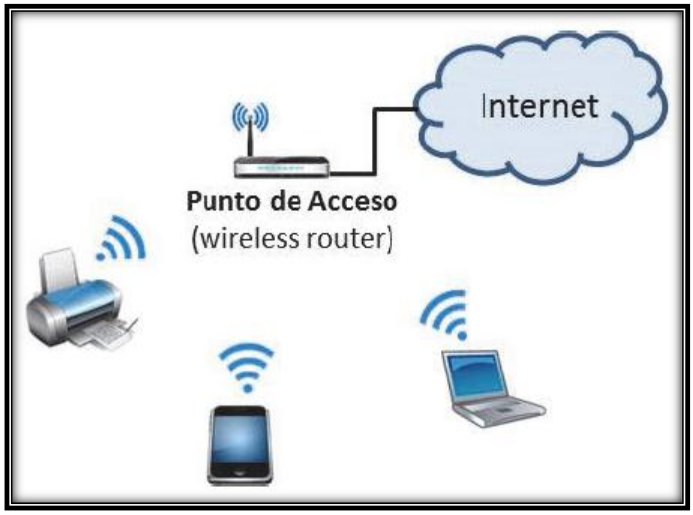


Figura 1. 9 Esquema de una WLAN en el hogar
Fuente: (Salazar)

1.11.1.3 Redes inalámbricas de área metropolitana (Wireless Metropolitan - Area Networks - WMAN).

Se asocian con el estándar IEEE 802.16 llamado también WiMAX. Tiene una comunicación con arquitectura punto a multipunto y una, velocidad alta en transmisión de datos a través de redes inalámbricas.

El WiMAX es similar al Wi-Fi pero ofrece cobertura a distancias mayores. Opera con dos bandas de frecuencia de 2Ghz a 11Ghz y de 10Ghz a 66Ghz, con una velocidad de transmisión de 70 Mbps a una distancia de hasta 50Km. (Salazar)

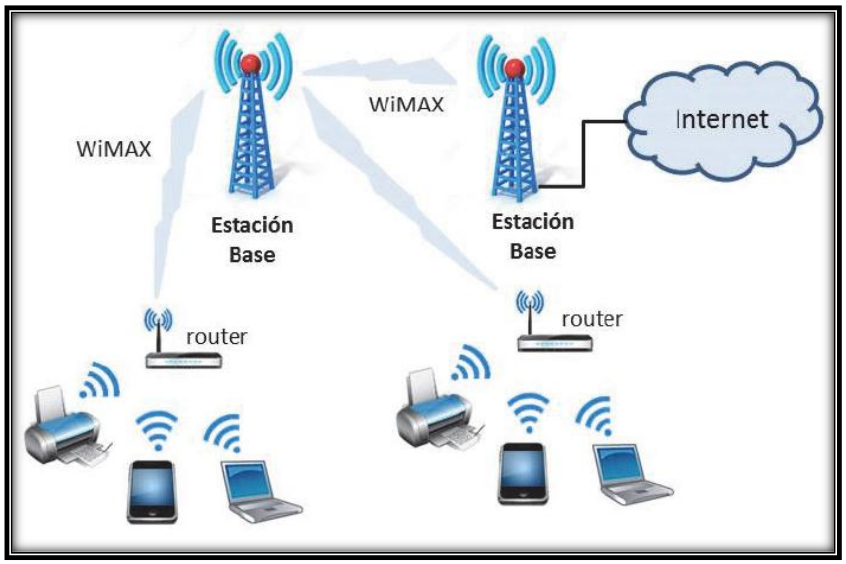


Figura 1. 10 Diagrama de una red WiMAX
Fuente: (Salazar)

1.11.1.4 Redes inalámbricas de área amplia (Wireless Wide-Area Networks - WWAN).

Estas redes tienen un área de comunicación de más de 50 Km y suelen usar frecuencias con licencias. Pueden extender su área a ciudades o países a través de satélites o por antenas.

Existen dos tecnologías que están disponibles.

- Red de telefonía móvil.
- Satelital (Salazar)

1.11.1.4.1 Red de telefonía móvil

La red de telefonía móvil está dividida en celdas, o estaciones base, a las cuales se conectan dispositivos móviles. Las estaciones se enlazan con centrales de conmutación de telefonía móvil, y a través de ellas, a una red cableada de telefonía. El sistema pretende usar transmisores de baja potencia para la reutilización de frecuencias a distancias mucho más pequeñas. (Salazar)

Entre las generaciones de telefonía móvil que se han ido desarrollando hasta la actualidad podemos citar:

Tabla 1. 4 Generaciones de telefonía móvil

Generaciones	**Características**
1G	Su tecnología es analógica y fue utilizada para llamadas de voz. No disponía de servicios de datos y tenía una velocidad de hasta 2.4Kbps.
2G	Usaba una tecnología digital y una infraestructura de red que permitía envío de mensajes de texto con una velocidad de 64Kbps.
2.5G	Se sitúa entre las generación 2G y 3G, tiene una velocidad de 144Kbps.
3G	Fue introducida en el año 2000 y tiene una velocidad de hasta 2Mbps.
3.5G	Es una versión mejorada de 3G utiliza HSDPA para poder acelerar la transferencia de datos hasta 144Mbps.
4G	Tiene una velocidad de transferencia hasta 1Gbps.

Fuente: (Salazar)

1.11.1.4.2 Satelital

Pueden cubrir una extensa área amplia de superficie de la tierra y es muy útil para usuarios que se encuentran en zonas remotas, o islas, donde no hay cables submarinos para la comunicación. Está equipado con varios transpondedores los cuales constan de un transceptor y una antena. La señal entrante se amplifica y luego es retransmitida por una frecuencia diferente. (Salazar)

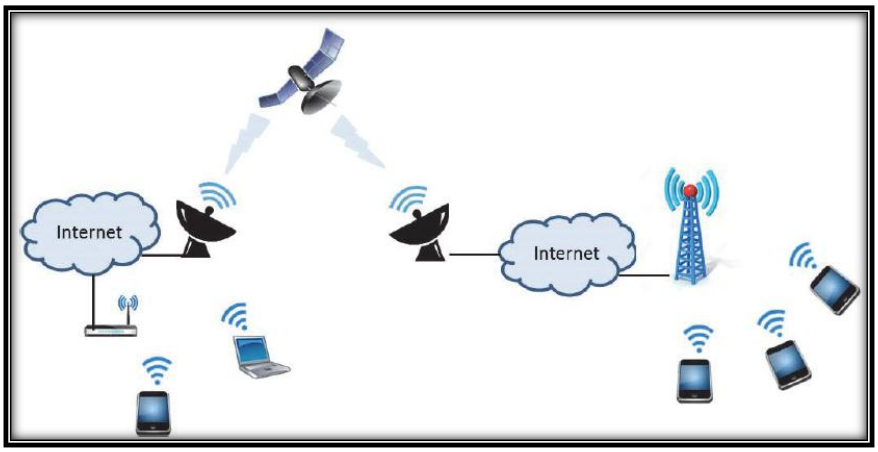


Figura 1. 11 Redes de telefonía móvil y de satélite
Fuente: (Salazar)

1.12 Sistema de posicionamiento global - GPS

GPS es un sistema de radionavegación basado en satélites que fue creado por el Departamento de Defensa de Estados Unidos de América. Su funcionamiento permite saber la localización de cualquier usuario las 24 horas, bajo cualquier condición atmosférica.

El dispositivo móvil, que opera el sistema de lecturas en Android, debe tener un Dispositivo de Posicionamiento Global (GPS), que permita acceder a los mapas de las rutas y registrar las coordenadas en donde se está trabajando. (API, 2017)

Figura 1. 12 Sistema de Posicionamiento Global GPS
Fuente: (API, 2017)

1.13 Visual Studio

Es un editor de programación multiplataforma desarrollado por Microsoft, muy común para desarrolladores de aplicaciones. Consta de varias herramientas que utilizan en mismo IDE y entre las que se pueden citar: Visual Basic, Visual C# y Visual C++, aplicativos para desarrollo de Servicios Web, etc. (Hamano, 2016)

Figura 1. 13 Visual Studio

1.14 Metodología del proyecto

El presente proyecto seguirá la siguiente metodología:

a. Levantamiento de datos comerciales y de medidores.

   Identificar la información usada en la prestación de servicio y creación de estructuras para recepción y entrega de información.

b. Implementación de sistema de gestión de lecturas.

   Desarrollar un sistema para la gestión de información de las lecturas de los medidores de la empresa eléctrica en un servidor centralizado. La información debe enviarse en tiempo real.

c. Desarrollo de aplicativo para las gestión de códigos QR

Implementar una aplicación de escritorio para la generación de códigos QR y un programa para dispositivos móviles que permita la identificación de los medidores mediante este código.

d. Implementación de aplicación para dispositivos móviles Android

Implementar el Sistema de lecturas que facilite la ubicación de los medidores de energía eléctrica y registro de las lecturas en campo.

e. Pruebas del sistema

Se ejecuta el plan de pruebas funcionales de las aplicaciones:

- Generación de códigos QR.
- Reconocimiento de código del QR con el aplicativo móvil.
- Pruebas de conectividad
- Interacción entre el sistema centralizado en el servidor y el aplicativo para dispositivos móviles.
- Descarga de información en dispositivos móviles.
- Registro de información desde dispositivos móviles.
- Gestión de lecturas.

Adicionalmente se ejecutan pruebas de campo para verificar la calidad de la información registrada y el tiempo de respuesta de los programas.

CAPÍTULO 2

2 ESTADO DEL ARTE

2.1 Empresa Eléctrica Loja EERSSA

En la actualidad el levantamiento de datos de lecturas e identificación de los medidores en la Empresa Eléctrica de Loja (EERSSA), se realiza manualmente usando equipos móviles (tipo palm). El proceso desde la toma de lecturas hasta la entrega de información en oficinas toma entre 5 y 10 días, luego de los cuales se estructuran archivos de texto plano, para el envío de información a la empresa eléctrica y su posterior facturación. Este mecanismo produce altos costos operativos y falta de información oportuna.

La Empresa Eléctrica de Loja, exige que las lecturas realizadas en un determinado día sean entregadas como máximo al día siguiente, con un margen mínimo de error y sin que existan medidores sin lecturas independientemente de su localización.

Figura 2. 1 Empresa Eléctrica EERSSA
Fuente: (Social, 2017)

2.2 SIACAT

SIACAT de Ecuador es una empresa dedicada al desarrollo de software sobre plataformas web con herramientas de software libre. Implementa sistemas de información geográfica y sistemas de gestión catastral en varias ciudades y cantones como: Babahoyo, cantón Quinsaloma, Atacames, cantón Patate, cantón Cuyabeno y el cantón de Shushufindi. (Siacat, 2018)

Entre los productos destacados que la compañía SIACAT está comercializando se encuentran los siguientes:

- Sistemas catastrales urbanos y rurales.
- Sistemas catastrales de servicios básicos (medidores eléctricos, agua potable, postes, alcantarillado).
- Sistemas de gestión de servicios (educativos, salud, bomberos). (Siacat, 2018)

Figura 2. 2 Sistema de información de Catastros y Territorio
Fuente: (Siacat, 2018)

2.3 Electrolima S.A

En Electrolima S.A. (Lima – Perú), las lecturas de medidores se realizan manualmente, casa por casa, para luego ingresarlas al computador. En esta última fase, cada operador se encarga de registrar los datos que figuran en los reportes, correspondientes a 1.000 ubicaciones técnicas, con más de 40.000 medidores en total. Este proceso, toma entre tres y cinco días, y no está exento de errores; si la información no es correcta, se

requiere enviar nuevamente una persona a revisar el medidor, causando demora en el proceso. Todo esto genera insatisfacción de los clientes y un costo adicional a la empresa. (Valle, 2018)

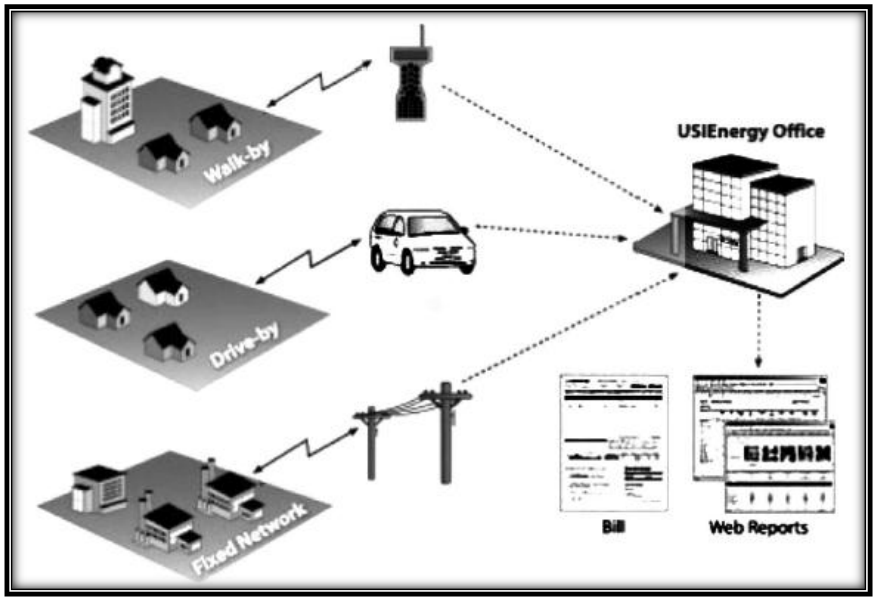


Figura 2. 3 Mecanismo para la toma de lecturas
Fuente: (Valle, 2018)

Como una alternativa a este esquema, se diseñó un sistema móvil para la lectura de medidores, que permite obtener información más exacta, haciendo uso de la tecnología Bluetooth. (Valle, 2018)

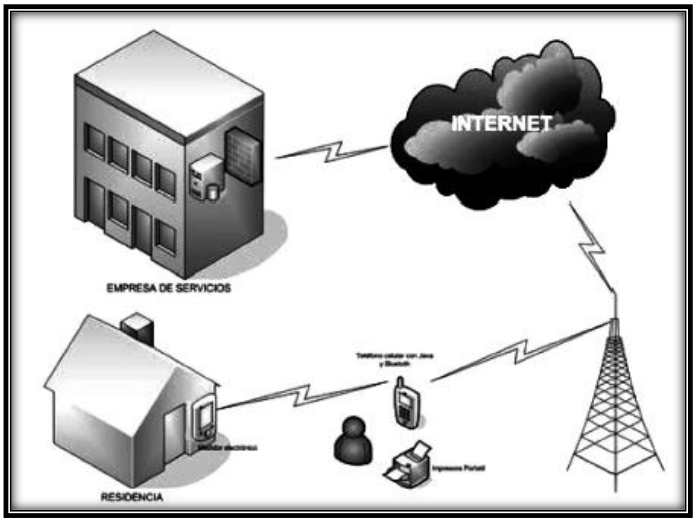


Figura 2. 4 Lectura de medidores con tecnología Bluetooth.
Fuente: (Valle, 2018)

La tecnología móvil ofrece la posibilidad de utilizar las aplicaciones instaladas, exponer presentaciones, crear documentos y datos, y acceder a ellos. Significa llevar siempre consigo el dispositivo que contiene toda su información y que le permite generar los documentos que necesita en todo momento y donde quiera que se encuentre. (Valle, 2018)

2.4 Empresa Eléctrica Quito S.A.

En la Empresa Eléctrica de Quito se manejaban las lecturas de medidores en forma manual, proceso que enfrentaba los siguientes problemas: errores de transcripción, digitalización de lecturas (números ilegibles por rasgos caligráficos), medidores sobrantes, inadecuada geo codificación de servicios y novedades propias del trabajo. (Avilés, 2018)

Actualmente con la implementación de la lectura digital, la misma que tuvo un período de pruebas e integración sistemática de cada uno de los grupos de trabajo, el área ha logrado cumplir con el objetivo establecido encontrándose que el promedio de productividad en los cuatro primeros meses del 2018 fue del 97.10 %; (Avilés, 2018)

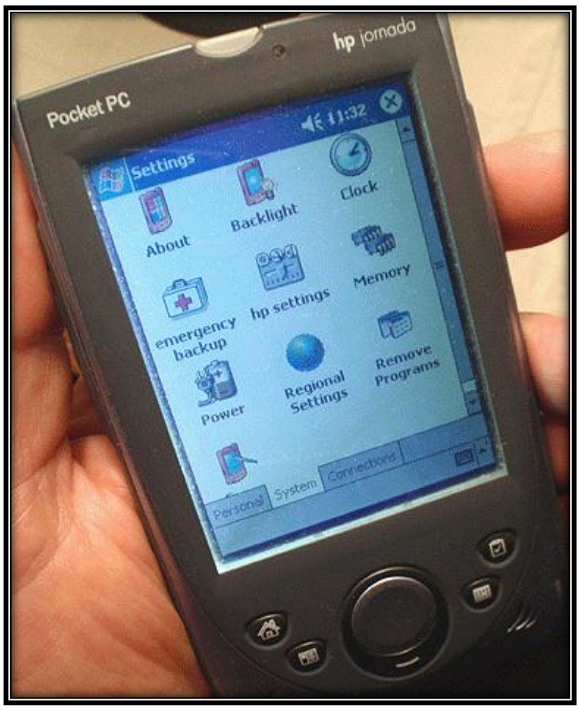


Figura 2. 5 Sistema pocket para lectura.
Fuente: (PC, 2019)

CAPÍTULO 3

3 DISEÑO DE LA SOLUCIÓN

3.1 Estado actual del sistema de lecturas

En la actualidad algunas empresas eléctricas del país ejecutan la toma de lecturas de los consumos usando formatos en papel, para luego registrar esta información de forma manual dentro de sus sistemas. Esta modalidad ocasiona varios problemas ya que la información puede extraviarse, la identificación de los medidores puede ser incorrecta, los datos pueden ingresarse de forma errónea, los empleados pueden obtener un promedio de los consumos anteriores y no realizar la visita en sitio. Por otra parte, la información no está disponible de manera inmediata para su procesamiento, sobre todo en sitios rurales y lugares alejados.

El proceso que se ejecuta para realizar la facturación mensual del consumo eléctrico consta de cuatro fases:

Fase 1: El lector de la empresa se dirige a la residencia del usuario para recoger la información de la lectura mensual del medidor y la anota.

Fase 2: El lector se encarga de llevar toda la información a la empresa eléctrica.

Fase 3: La información es integrada por el personal encargado de facturación con el fin de ser analizada, revisada y procesada.

Fase 4: La factura es emitida y se envía al cliente, o es retenida para su pago.

Las empresas eléctricas que usan este modelo, tienen muchas quejas debido a fuertes retrasos en la recepción de la factura y la suspensión del servicio al usuario, por no tener información oportuna.

3.2 Sistema de lecturas propuesto

Como se analizó previamente en las distintas empresas eléctricas del país, existen inconvenientes con la toma de las lecturas de medidores de luz, principalmente en aquellos que son analógicos. Para resolver esta problemática, se plantea el desarrollo de una aplicación que funcione en dispositivos Android, la cual permita:

1. Identificar cliente a través de un código QR.
2. Cargar y visualizar rutas de lectura.
3. Buscar los medidores de acuerdo a su ubicación geográfica.
4. Capturar información de las lecturas para almacenarla en una base de datos.

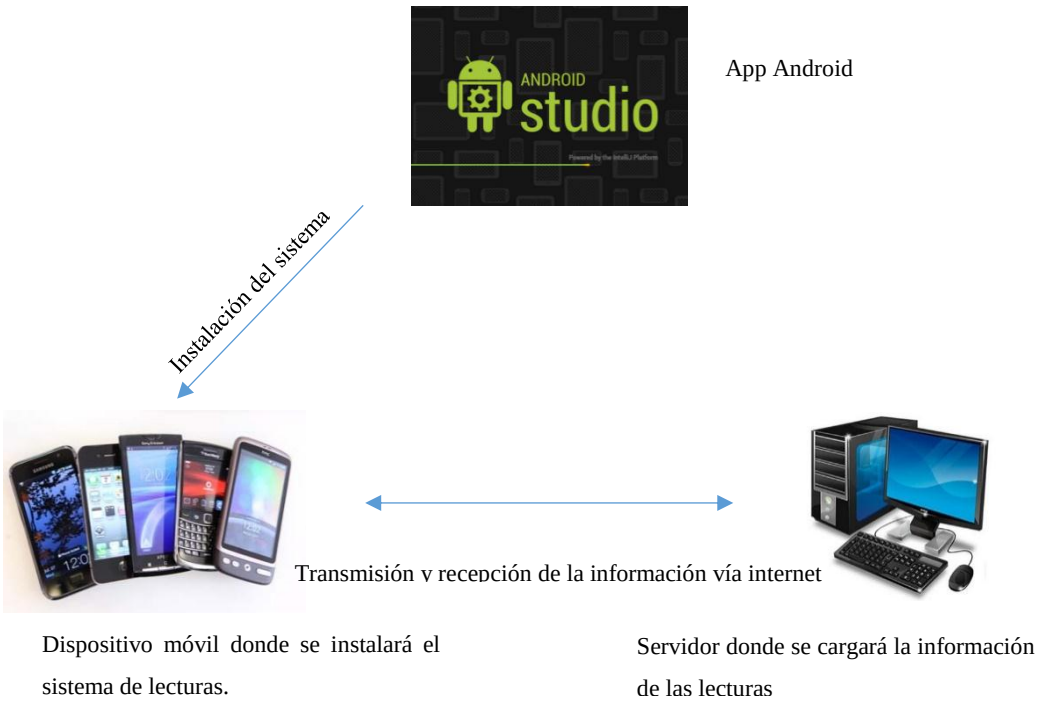


Figura 3. 1 Esquema del sistema de lectura

Para la identificación de los medidores de energía eléctrica, se imprimirán etiquetas con códigos QR que contengan la información del cliente, código de usuario y número de medidor. Estas etiquetas se adherirán físicamente a cada medidor.

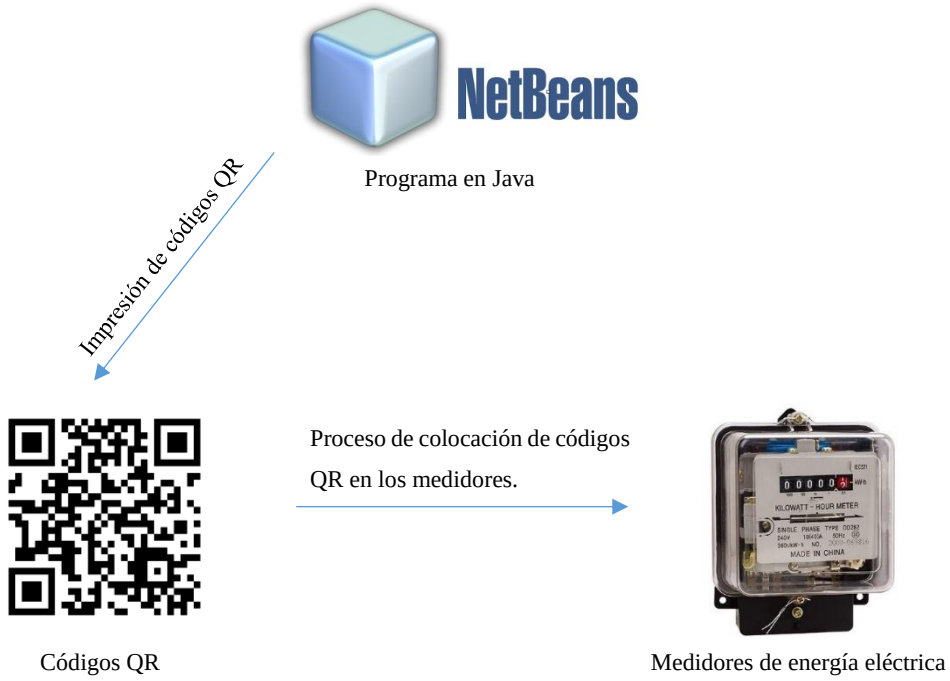


Figura 3. 2 Impresiones de los códigos QR

Para garantizar que la información esté disponible en el menor tiempo posible, se ha considerado la implementación de un servidor centralizado, al cual se conectarán los dispositivos móviles para enviar la información de las lecturas recabada en campo. Este elemento integrará los datos y facilitará su exportación, hacia archivos en formato de Excel.

Figura 3. 3 Comunicación con los dispositivos al servidor
Fuente: (123rf, 2005)

3.3 Requerimientos de la aplicación móvil

La aplicación móvil considera los siguientes elementos (figura 3.4.)

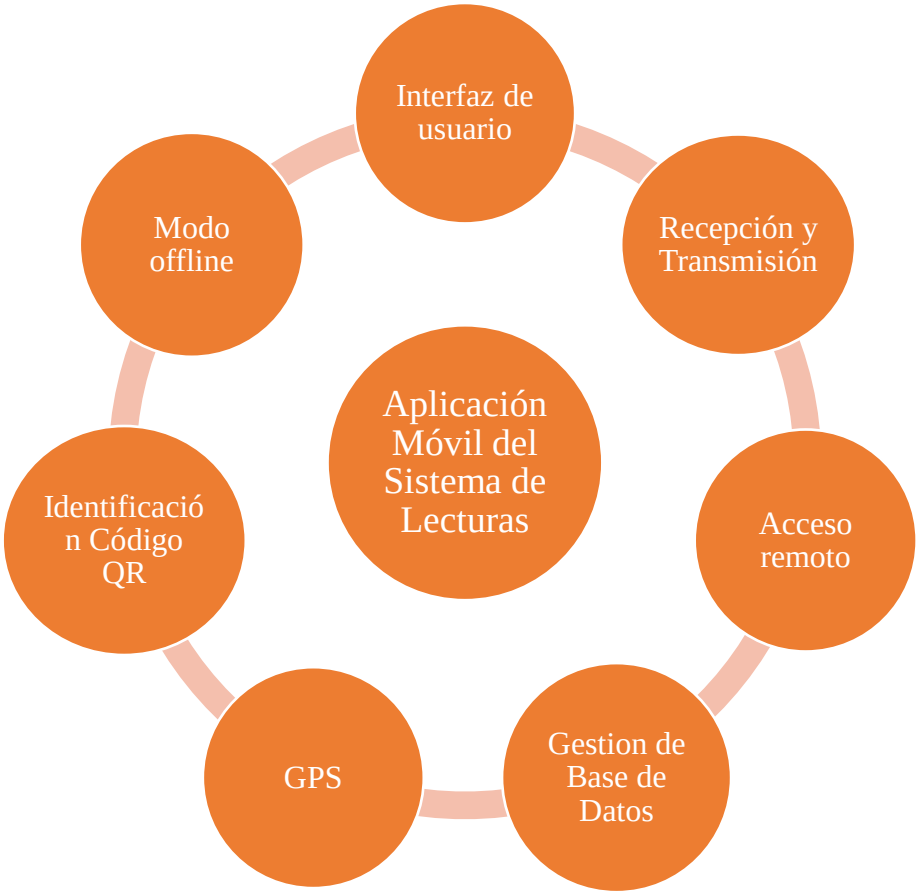


Figura 3. 4 Requerimientos de aplicación móvil

3.3.1 Interfaz de usuario

La interfaz de usuario corresponde a los elementos visuales de la aplicación que interactúan con el operador, tanto en el dispositivo móvil como en el sistema de administración.

Figura 3. 5 Interfaz de usuario

3.3.2 Transmisión y recepción de datos

Se refiere a la comunicación establecida entre dos dispositivos, la misma que consta de elementos de hardware (equipo físico) y software (programa). (Forouzan, 2007)

Para que la transmisión de datos sea exacta y efectiva, el sistema de comunicación depende de cuatro características fundamentales:

- Entrega
- Exactitud
- Puntualidad
- Jitter

Entrega: El sistema debe entregar los datos correctamente.

Exactitud: El sistema debe entregar los datos completos sin ningún margen de error.

Puntualidad: El sistema debe entregar la información dependiendo de la conectividad.

Jitter (retardo variable): Es la variación en el tiempo de llegada de los paquetes. (Forouzan, 2007)

Un sistema de transmisión de datos está compuesto por cinco componentes:

- Mensaje
- Emisor
- Receptor
- Medio
- Protocolo

Mensaje: Son los datos a comunicar, esta información incluye: texto, números, gráficos, audio y video.

Emisor: Es el dispositivo que envía el mensaje. Pueden ser: computadores, estaciones de trabajo, dispositivos móviles, etc.

Receptor: Es el que recibe la información enviada por el emisor puede ser archivos digitales, fotos, correos electrónicos, etc.

Medio: Es el camino físico que recorre el mensaje o información desde el emisor hacia el receptor. Puede ser: un cable par de trenzado, un cable coaxial, fibra óptica, etc.

Protocolo: Es un conjunto de reglas que gobiernan la transmisión de datos, se pudiera decir que es un acuerdo entre los dispositivos que se comunican. Sin ese protocolo los dispositivos no pudieran comunicarse aunque estuvieran conectados. (Forouzan, 2007)

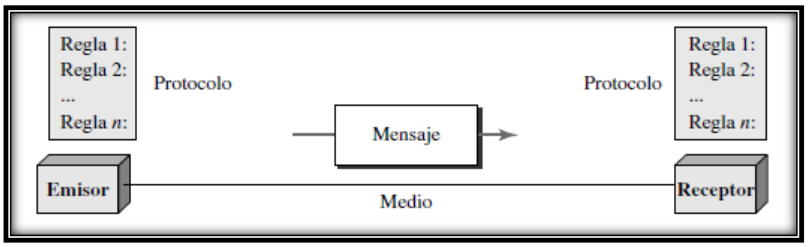


Figura 3. 6 Componentes de un sistema de transmisión de datos
Fuente: (Forouzan, 2007)

3.3.3 Acceso remoto

El acceso remoto entre el dispositivo móvil y el servidor centralizado, se realizará únicamente cuando el servidor posea una conexión a internet y tenga el software necesario para la conexión remota. (Llona, 2014)

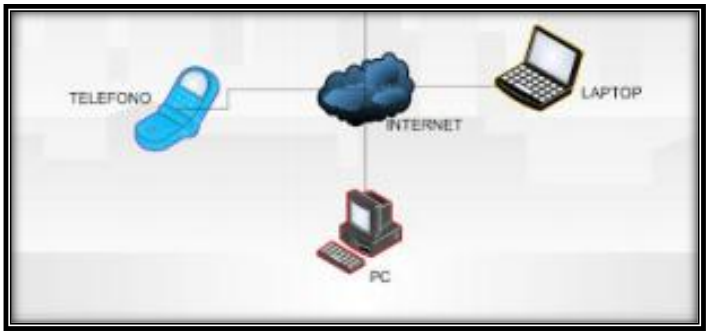


Figura 3. 7 Acceso remoto
Fuente: (Llona, 2014)

3.3.4 Gestión de la base de datos

Dentro de una base de datos instalada en el servidor centralizado, se podrán realizar operaciones de mantenimiento de la información relativa a las rutas enviadas por la empresa eléctrica (inserción, borrado, consulta y actualización). Estos datos se asignarán a cada lector. (DataDirect, 2019)

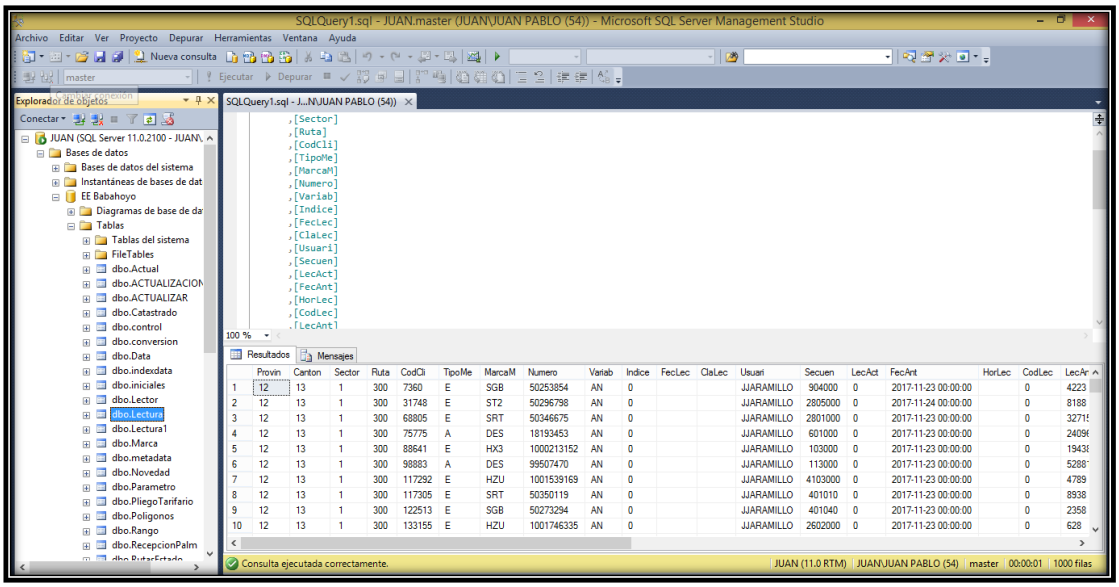


Figura 3. 8 Consulta y modificación de datos

3.3.5 Identificación de códigos QR

En el sistema de lecturas se usarán códigos QR para la identificación de los medidores de energía eléctrica. Estos códigos contendrán información variada como el código de usuario, número de medidor, dirección del cliente, la marca y el tipo de medidor (analógico o digital) (Larrouy, 2017)

Figura 3. 9 Identificación QR en dispositivos móviles
Fuente: (Larrouy, 2017)

3.3.6 Modo offline

Si la comunicación entre el servidor y el dispositivo móvil se llegara a perder, el aplicativo móvil podrá almacenar la información en un buffer temporal. Esta información se replicará en el servidor una vez que la conexión se haya restablecido.

Figura 3. 10 Proceso offline
Fuente: (API, 2017)

3.3.7 GPS

El sistema visualizará la ubicación los medidores de cada ruta en Google Maps usando la información geo referencial existente.

Figura 3. 11 GPS
Fuente: (API, 2017)

3.4 Prototipo del sistema

El presente proyecto consta de los siguientes elementos:

1. Un aplicativo de registro de lecturas desarrollado para el sistema operativo Android que se instalará en dispositivos móviles.
2. Un programa en Java, desarrollado en el IDE Netbeans que codifica e imprime etiquetas con código QR, las mismas que contienen información comercial de los usuarios.
3. Un programa de administración desarrollado en Java que gestionará la información de las lecturas.
4. La transmisión de la información de las lecturas desde el dispositivo móvil, se realiza en dos instancias:
    a. Los datos de las lecturas se envían directamente al servidor centralizado.
    b. Las imágenes capturadas se cargan en un almacenamiento en nube, para luego ser descargadas en el servidor central usando ftp.

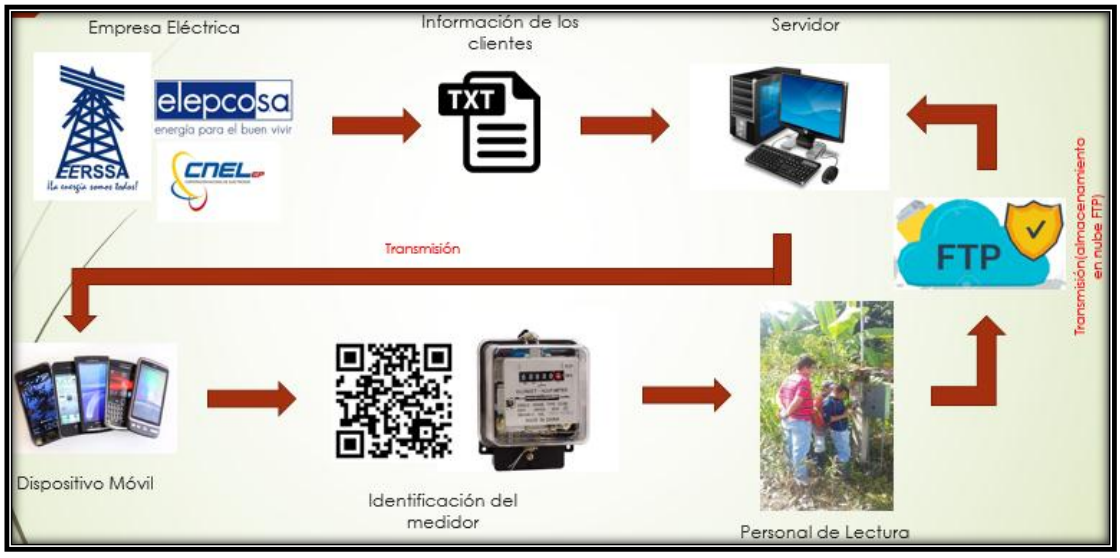


Figura 3. 12 Prototipo del sistema

CAPÍTULO 4

4 IMPLEMENTACIÒN DEL SISTEMA

4.1 Introducción

El proceso de desarrollo del sistema utilizará una metodología en cascada en donde el proceso se divide en varias etapas, cada una de las cuales debe completarse para pasar a la siguiente. En la figura 4.1 se presenta una estructura por etapas de este esquema.

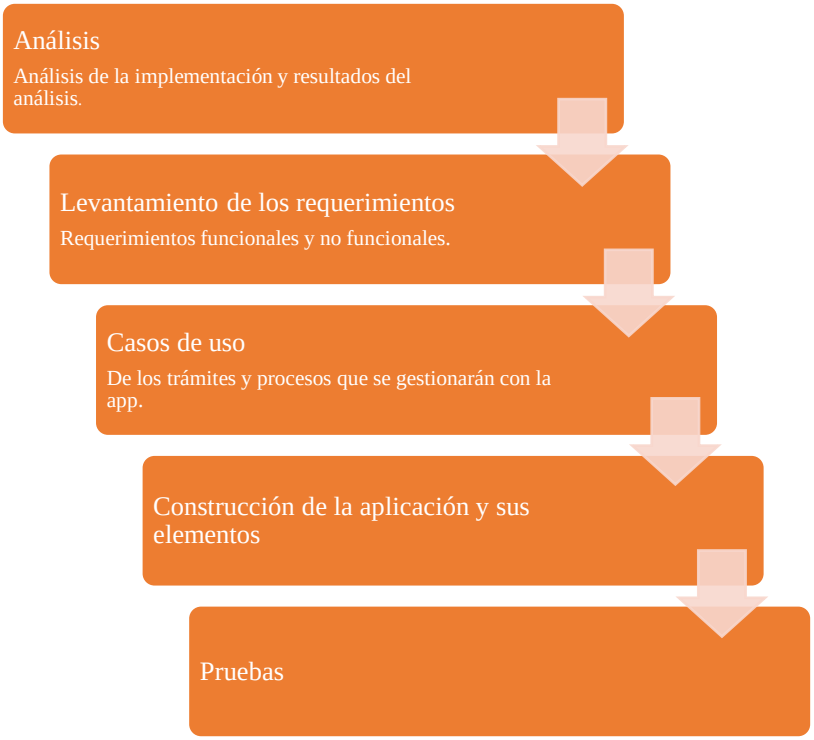


Figura 4. 1 Implementación del sistema

4.2 Especificación de requerimientos

La aplicación móvil, está compuesta por un grupo de funciones que en su conjunto formarán el entorno del sistema de lecturas. A continuación, se detalla cada uno de los requerimientos a considerar.

Tabla 4. 1 Sistema de lecturas

Ref. #	Sistema de Lecturas
R1.1	El sistema permite importar la información de las rutas y visualizar un listado de ellas.
R1.2	El sistema permite visualizar los medidores en un mapa.
R1.3	La aplicación permite el ingreso de las lecturas de los medidores y la carga de fotografías asociadas.
R1.4	El sistema permite el registro de novedades que existen en el sitio.
R1.5	El sistema permite el reconocimiento de un código QR de cada medidor y recupera la información asociada.
R1.6	El programa permite envío de las lecturas y fotografías: • Las lecturas se envían al servidor centralizado. • Las fotografías se cargan en un almacenamiento en nube.
R1.7	En caso de pérdida de la conexión remota, la información de las lecturas se guardará en un archivo temporal (buffer). Los datos se sincronizarán en el servidor central una vez que se reestablezca la comunicación.

Tabla 4. 2 Sistema de la administración

Ref. #	Sistema de la administración
R2.1	El programa permite la importación de datos desde un archivo texto plano. La información incluida se almacena en una base de datos local.
R2.2	El sistema permite visualizar las rutas y asignarlas.

R2.3	La aplicación visualiza la información de las lecturas de los medidores.
R2.4	El sistema puede exportar la información en un archivo con formato Excel.

Tabla 4. 3 Sistema de impresión de códigos QR

Ref. #	**Sistema de impresión de códigos QR**
R3.1	El sistema permite recuperar información de los medidores desde la base de datos.
R3.2	Permite la generación de los códigos QR en formato pdf para su impresión.

Tabla 4. 4 Recuperar fotografías

Ref. #	**Recuperar fotografías**
R4.1	La recuperación de las fotografías asociadas a las lecturas se la realiza desde un almacenamiento en nube usando el protocolo ftp.
R4.2	El sistema de administración guardará la fotografía en una carpeta asignada en el servidor.

4.3 Casos de uso

- **Caso de uso del sistema de lecturas**

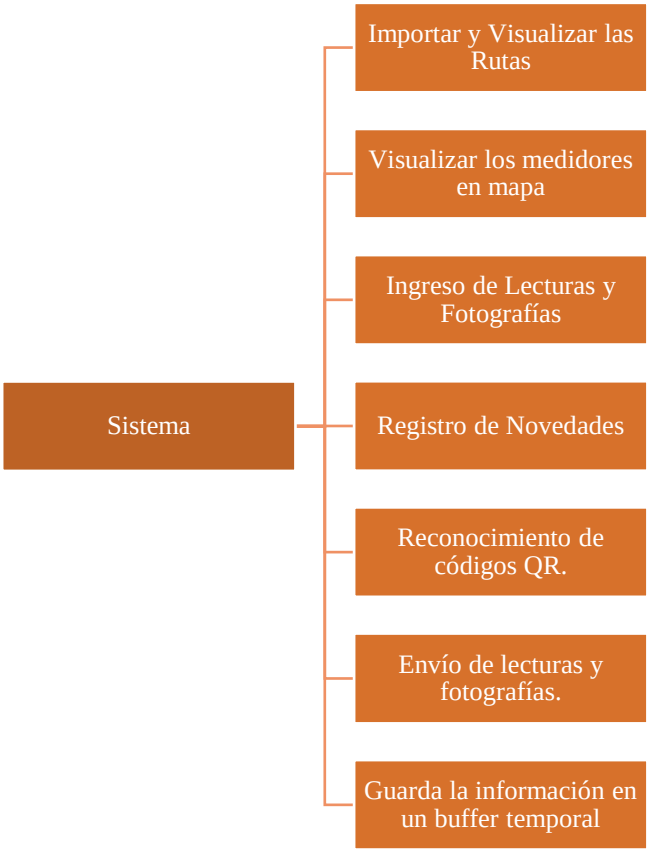


Figura 4. 2 Sistema de lecturas

Tabla 4. 5 Función de sistema de lecturas

Caso de uso: 1	**Sistema de lecturas**
Actor:	Lector.
Propósito:	Registro de información de los consumos de energía eléctrica.
Tipo:	Esencial.
Referencia:	R.1.1. Importar y visualizar las rutas R.1.2. Visualizar los medidores en mapa. R.1.3. Ingreso de lecturas y fotografías. R.1.4. Registro de novedades.

	R.1.5. Reconocimiento de códigos QR. R.1.6. Envío de lecturas y fotografías. R 1.7. En caso de pérdida de conexión se guardará la información en un buffer temporal.

- **Caso de uso del sistema de la administración**

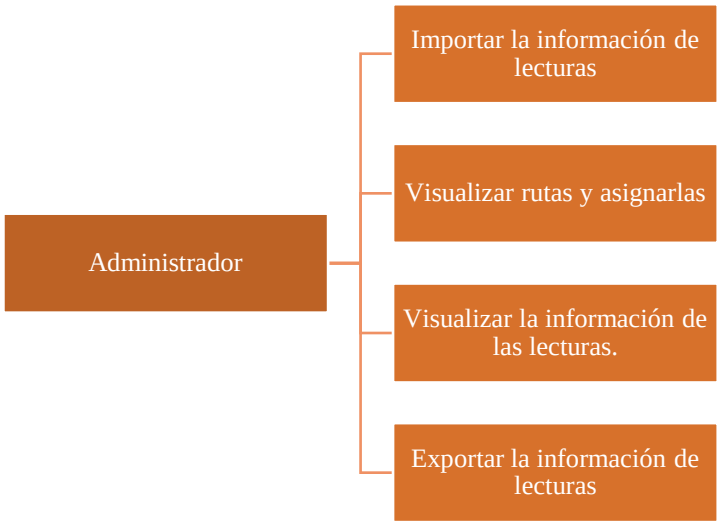


Figura 4. 3 Sistema de la administración

Tabla 4. 6 Función de sistema del administrador

Caso de uso: 2	**Sistema del Administración**
Actor:	Usuario.
Propósito:	Gestión de información de rutas y lecturas.
Tipo:	Esencial.
Referencia:	R.2.1. Importar la información de lecturas. R.2.2. Visualizar rutas y asignarlas. R.2.3. Visualizar la información de las lecturas. R.2.4. Exportar la información de lecturas a formato de Excel.

- **Caso de uso del sistema de impresión de códigos QR**

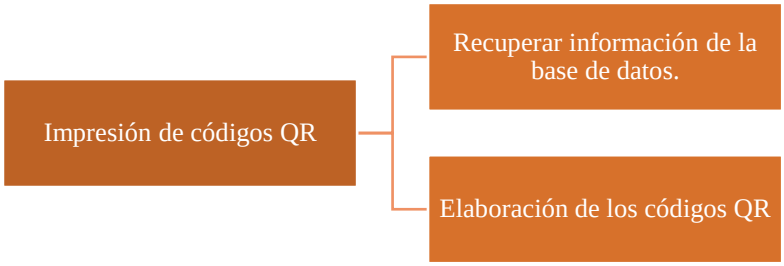


Figura 4. 4 Sistema de impresión de códigos QR

Tabla 4. 7 Funcionamiento de sistema de impresión de código QR

Caso de uso: 3	**Sistema de impresión de códigos QR**
Actor:	Usuario.
Propósito:	Generación de etiquetas con códigos QR con información de los medidores.
Tipo:	Esencial.
Referencia:	R.3.1. Recuperar información de los medidores de la base de datos. R.3.2. Elaboración de los códigos QR.

- **Caso de uso recepción de recuperar fotografías**

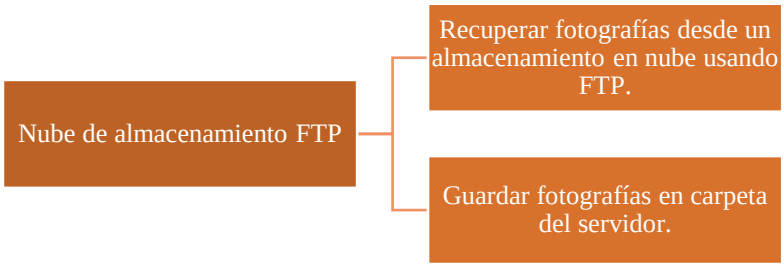


Figura 4. 5 Recuperar fotografías

Tabla 4. 8 Recuperar fotografías

Caso de uso: 4	**Recuperar fotografías**
Actor:	Usuario.
Propósito:	Recepción de fotografías al servidor.
Tipo:	Esencial.
Referencia:	R.4.1. Recuperar fotografías desde un almacenamiento en nube usando FTP. R.4.2. Guardar fotografías en carpeta del servidor.

4.4 Desarrollo de la base de datos MySQL

Es importante crear una base de datos centralizada ya que desde aquí se obtendrá toda la información comercial de los clientes, así como la información de rutas, medidores, lecturas, etc. La base no almacenará información de imágenes y se conectará con el sistema de administración y el sistema de generación de códigos QR.

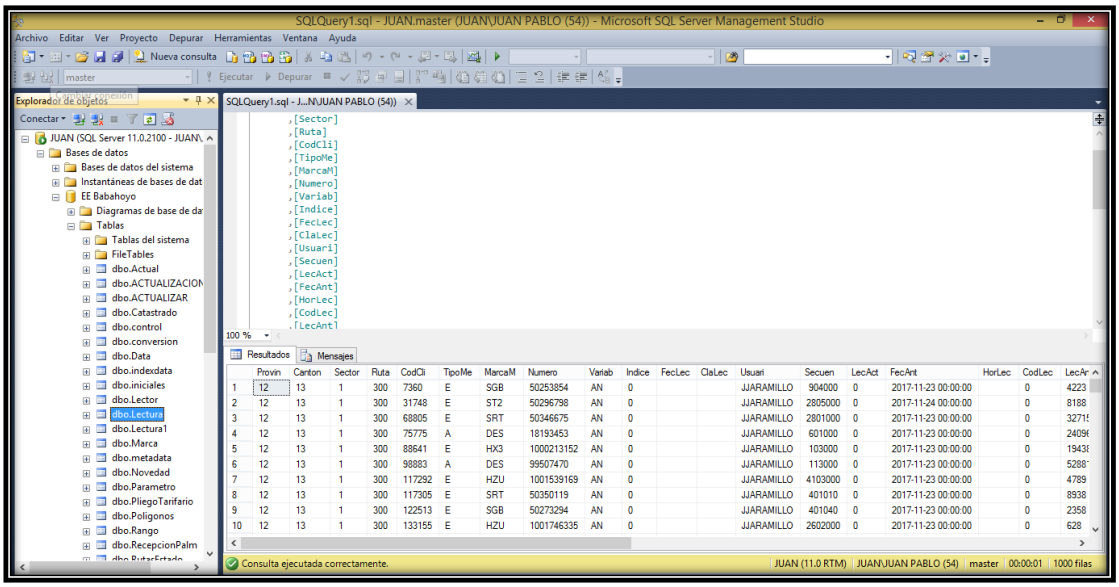


Figura 4. 6 Base de datos SQL

4.5 Desarrollo del sistema de lecturas

El sistema de lecturas está orientado a dispositivos móviles con sistema operativo Android y se desarrolla usando el IDE Android Studio. Esta herramienta gestiona el proceso de desarrollo, importación de referencias, depuración, compilación y emulación.

En la figura 4.6 se muestra una captura de la aplicación de lectura de medidores de energía eléctrica utilizando Android Studio.

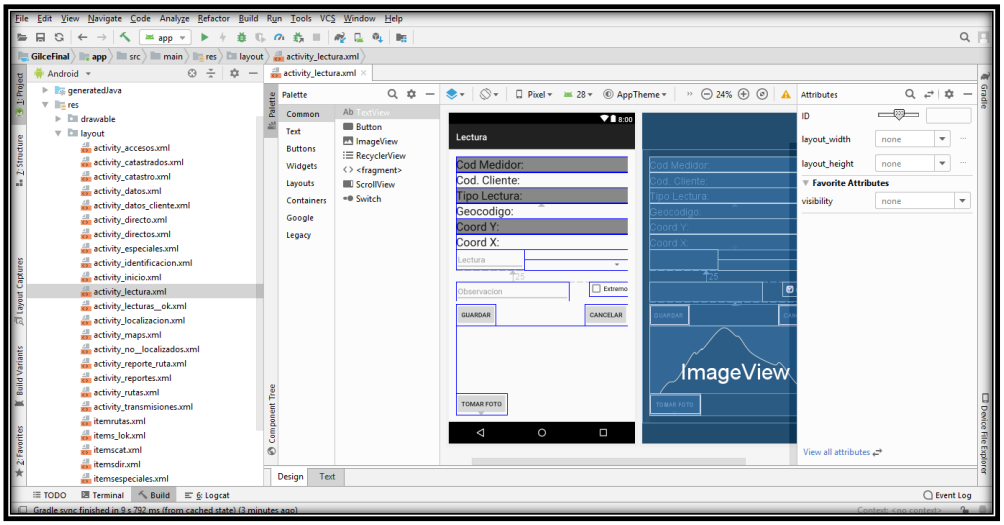


Figura 4. 7 Aplicación del sistema de lecturas en Android Studio

4.6 Desarrollo del generador de códigos QR

Para la impresión de los códigos QR, los mismos que serán colocados en los distintos medidores de energía eléctrica, se elaboró una aplicación de Java desarrollada con el IDE Netbeans.

En la figura 4.7 se muestra una porción del código para la impresión de los códigos QR, que contienen la información de los medidores.

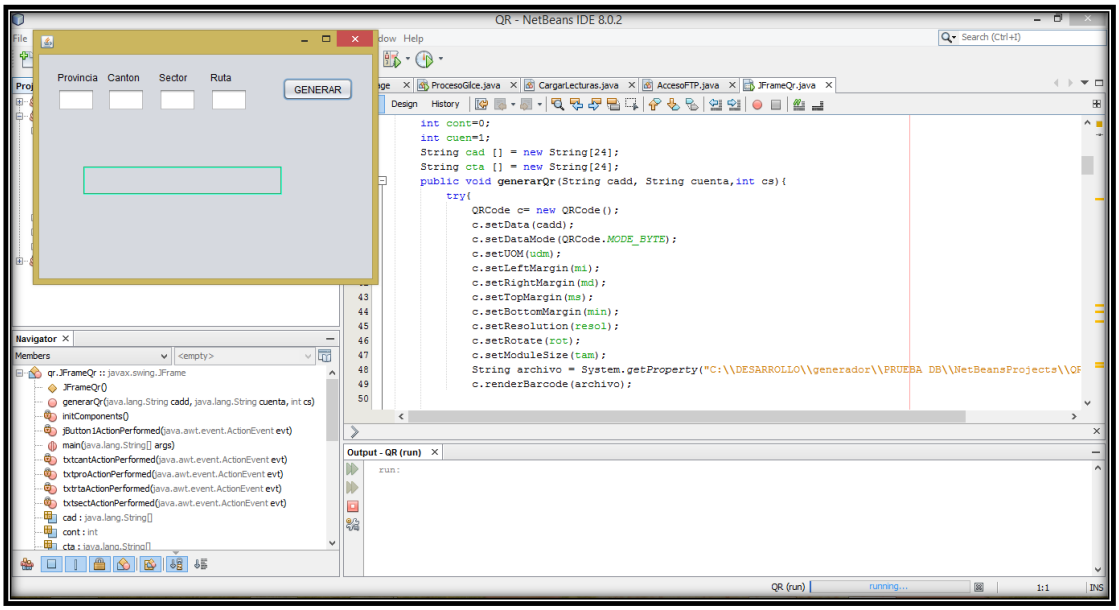


Figura 4. 8 Desarrollo de la aplicación para la creación de códigos QR

4.7 Desarrollo del sistema de administración

Para la administración de la información de rutas y lecturas, así como la importación y exportación de datos, se implementó un sistema en un servidor centralizado, que es capaz de recibir información desde los dispositivos móviles.

En la figura 4.8 muestra una porción del código desarrollado. El sistema es elaborado en Visual Studio con .NET

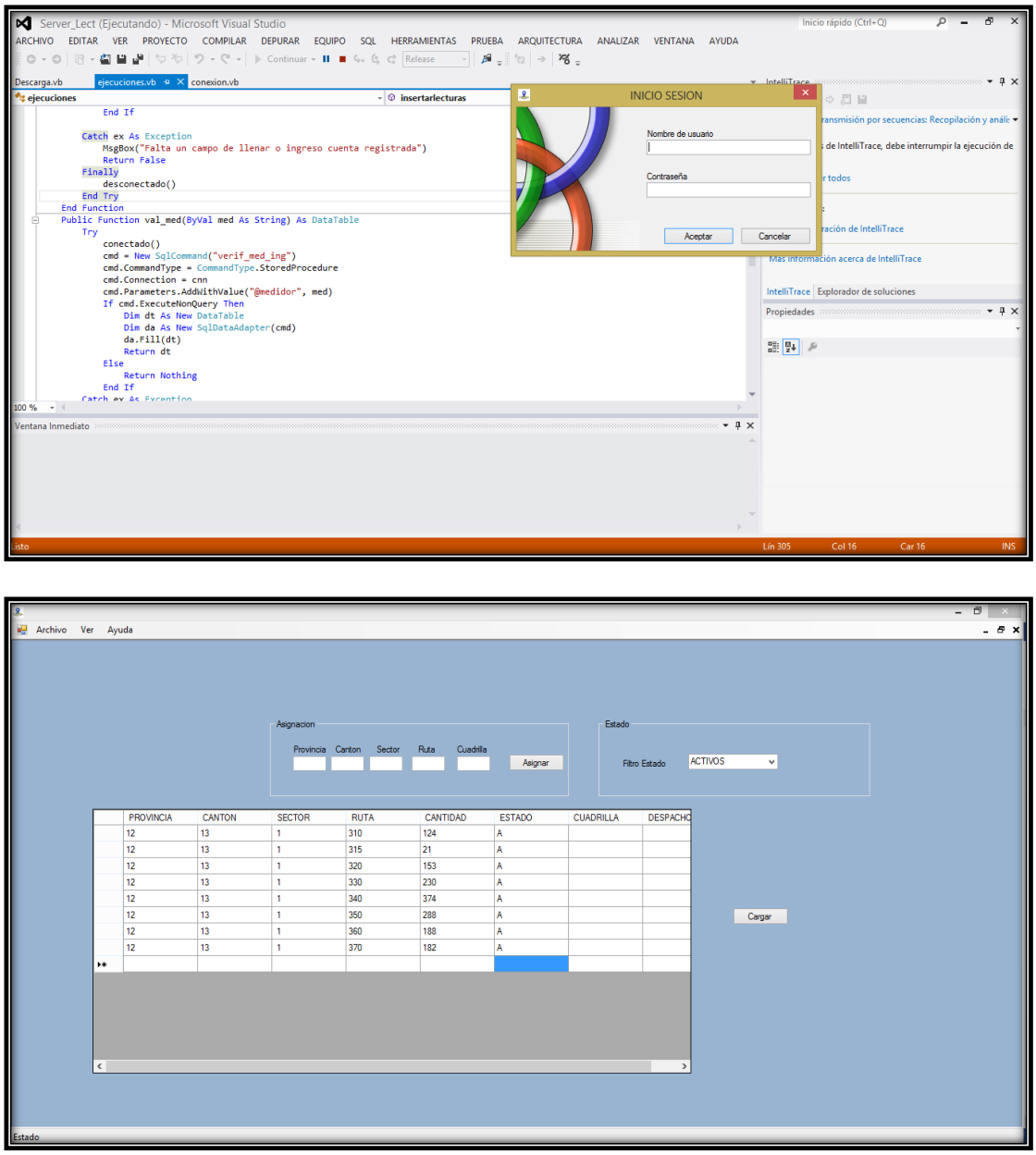


Figura 4. 9 Sistema de administración en Visual Studio.

4.8 Arquitectura del sistema

La arquitectura del sistema tiene el siguiente esquema:

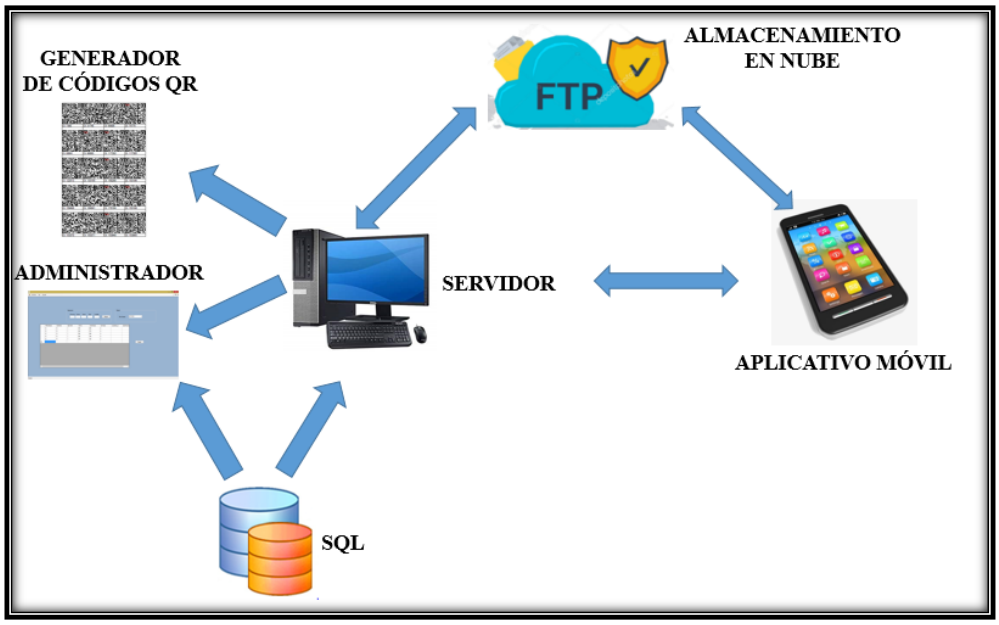


Figura 4. 10 Arquitectura del sistema

4.9 Etapas del desarrollo de la aplicación

En la gráfica siguiente, se visualiza la secuencia de implementación de la plataforma.

Figura 4. 11 Consolidación de los procedimientos

4.10 Plan de pruebas

Siguiendo el proceso de implementación en cascada, una vez que los diferentes aplicativos han sido desarrollados se procede con la ejecución de un plan de pruebas para verificar el cumplimiento de los requerimientos establecidos y prevenir errores.

Prueba del sistema de lecturas

Tabla 4. 9 Prueba del sistema de lectura.

Identificador caso de prueba	CP-PRO-001
Caso de prueba	Gestionar lecturas de medidores de energía eléctrica.
Función a probar	**Módulo:** Sistema de lecturas **Requerimientos:**

	R.1.1. Importar y visualizar las rutas R.1.2. Visualizar los medidores en mapa. R.1.3. Ingreso de lecturas y fotografías. R.1.4. Registro de novedades.
Autor	Juan Méndez
Fecha de creación	15/06/2019
Objetivo de la prueba	**Descripción:** Ingresar correctamente la lectura con su fotografía.
Perfil del usuario	Operador.
Necesidades para el caso de prueba	**Condiciones:** Datos de prueba entregados por la Empresa Eléctrica
Criterios de éxito	**Caso de éxito:** Al realizar una de las siguientes operaciones muestra el siguiente mensaje: • Recibir: "Ruta cargada exitosamente" • Guardar: "Lectura ingresada correctamente" • Enviar: "Transmitidos Lecturas"
Criterios de falla	**Caso de error:** No se tomó correctamente la lectura. La lectura no coincide con la fotografía tomada.
Precondiciones	El sistema de administración cargó las rutas enviadas por la empresa eléctrica
Responsable de ejecución de prueba	Ing. Juan Carlos Herrera
1 Recibir la información de las rutas y medidores	
Secuencia Normal	**Duración: 1 minuto**

	Flujo: 1.1 El usuario ingresa un número asignado y la dirección IP. 1.2 El usuario presiona el botón Recibir. 1.3 El sistema visualiza las rutas asignadas para el lector.
	Resultados esperados El sistema carga la información de rutas y medidores geo referenciados.
	Resultados obtenidos El sistema visualiza las rutas y medidores.
2 Guardar información de lecturas, fotografías y novedades	
Secuencia Normal	**Duración: 5 minutos**
	Flujo 2.1 El usuario selecciona la ruta de lectura. 2.2 El usuario toma la fotografía y acepta. 2.3 El usuario digita la lectura. 2.4 El usuario puede también ingresar alguna novedad que existe en el sitio. 2.5 Se presiona el botón de guardar.
	Resultados esperados El sistema lleva un registro de cuantos medidores son procesados en cada ruta.
	Resultados obtenidos El sistema regresa a la pantalla de rutas y visualiza el mensaje: “Lectura ingresada correctamente.”.
3 Enviar Información	

Secuencia Normal	**Duración: 1 minuto**
	Flujo 3.1 El usuario se dirige a la sección transmitir y envía la información.
	Resultados esperados El sistema envía datos generales de lecturas, ubicación y fotografías de los medidores.
	Resultados obtenidos El sistema visualiza el mensaje: "Transmitidos lecturas.".

Prueba de los requisitos offline

Tabla 4. 10 Prueba de los requisitos offline

Identificador caso de prueba	CP-PRO-002
Caso de prueba	Gestionar la información en un buffer temporal.
Función a probar	**Requerimientos:** R.1.7. En caso de pérdida de conexión se guardará la información en un buffer temporal.
Autor	Juan Méndez
Fecha de creación	15/06/2019
Objetivo de la prueba	**Descripción:** Guarda correctamente la información.
Perfil del usuario	Operador.
Necesidades para el caso de prueba	**Condiciones:** La información de las lecturas es guardada en un buffer cuando no exista conexión.
Criterios de éxito	**Caso de éxito:** La información de las lecturas permanece en el dispositivo móvil hasta que sea enviada al administrador.

Criterios de falla	**Caso de error:** No se almacena la información offline.
Responsable de ejecución de prueba	Ing. Juan Carlos Herrera
1 Guardado de la información en un buffer	
Secuencia Normal	**Duración: 1 minuto**
	Flujo: 1.1 El usuario presiona el botón guardar. 1.2 El sistema guardará la información en el buffer temporal si no existe conectividad con el servidor centralizado.
	Resultados esperados El sistema guarda la información en un buffer temporal
	Resultados obtenidos Guarda la información en un buffer hasta que se envía al administrador.

Prueba de sistema de administración

Tabla 4. 11 Prueba de sistema de administración

Identificador caso de prueba	CP-PRO-003
Caso de prueba	Gestionar la administración de las rutas y lecturas.
Función a probar	**Requerimientos:** R.1.1. Importar la información de lecturas. R.1.2. Visualizar rutas y asignarlas. R.1.3. Visualizar la información de las lecturas. R.1.4. Exportar

	R.4.1. Recuperar fotografías desde un almacenamiento en nube usando FTP. R.4.2. Guardar fotografías en carpeta del servidor.
Autor	Juan Méndez
Fecha de creación	15/06/2019
Objetivo de la prueba	**Descripción:** Importar, procesar y exportar la información relativa a rutas y lecturas
Perfil del usuario	Operador
Necesidades para el caso de prueba	**Condiciones:** Los datos de lectura se muestran automáticamente luego de que los dispositivos móviles las transmitan La descarga de fotografías al servidor se realizará mediante ftp desde un almacenamiento en nube.
Criterios de éxito	**Caso de éxito:** El administrador visualiza el despacho de las rutas. El administrador puede observar las lecturas por sus rutas.
Criterios de falla	**Caso de error:** El administrador no puede cargar las rutas. El administrador no puede enviar las rutas. El administrador no puede recibir información de lecturas. El administrador no puede exportar las lecturas.
Responsable de ejecución de prueba	Ing. Juan Carlos Herrera
1 Proceso de importación y asignación de rutas	
Secuencia Normal	**Duración: 5 minutos**
	Flujo: 1.1 El usuario ingresa en el administrador y carga el archivo txt enviado por la empresa. 1.2 El usuario asigna la ruta.

	Resultados esperados La ruta se cargará en el sistema de administración y será asignada .
	Resultados obtenidos Las rutas están cargadas y listas para enviarse
2 Proceso de envío de rutas Se desarrolla con el caso CP-PRO-001. Prueba 1	
Secuencia Normal	**Duración: 5 minutos**
	Flujo 2.1 El usuario ingresa en el administrador, en la sección recepción, y podrá filtrar la ruta con las lecturas registradas desde los dispositivos móviles. 2.2 Para la recepción de fotografías de medidores hay una comunicación entre el servidor y el almacenamiento de nube ftp donde descargarán las fotos. Se guardará el archivo en una carpeta asignada en el servidor 2.3 Para la recepción de fotografías de medidores hay una comunicación entre el servidor y el almacenamiento de nube ftp donde descargará la foto. Se guardará el archivo en una carpeta asignada en el servidor
	Resultados esperados El administrador visualizará las rutas con las lecturas. Se pueden verificar las fotografías de las lecturas en sitio.
	Resultados obtenidos Las lecturas y las imágenes están disponibles.

3 Exportar lecturas	
Secuencia Normal	**Duración: 5 minutos**
	Flujo 3.1 El usuario ingresa en el administrador, selecciona la ruta y la exporta a un archivo de Excel.
	Resultados esperados El administrador visualizará las rutas con las lecturas.
	Resultados obtenidos El archivo se genera correctamente

Prueba de elaboración de códigos QR

Tabla 4. 12 Prueba de elaboración de código QR.

Identificador caso de prueba	CP-PRO-004
Caso de prueba	Gestionar el proceso de elaboración de códigos QR.
Función a probar	**Requerimientos** R.3.1. Recuperar información de los medidores de la base de datos. R.3.2. Elaboración de los códigos QR.
Autor	Juan Méndez
Fecha de creación	15/06/2019
Objetivo de la prueba	**Descripción:** El usuario ingresará la ruta de la que desee generar los códigos QR. El usuario genera un archivo pdf con los códigos.
Perfil del usuario	Operador
Necesidades para el caso de prueba	**Condiciones:** Elaboración de códigos QR por cada ruta.

	Generación de archivo pdf
Criterios de éxito	**Caso de éxito:** Elaboración correcta de los códigos QR de cada medidor. La descarga de los códigos en formato pdf.
Criterios de falla	**Caso de error:** No se genera el archivo.
Precondiciones	**Condiciones:** Ejecutar el generador de códigos QR
Responsable de ejecución de prueba	Ing. Juan Carlos Herrera
1 Elaboración de Códigos QR	
Secuencia Normal	**Duración: 1 minuto**
	Flujo: 1.1 El usuario ingresa la ruta que desee que genere los códigos. 1.2 Se genera el archivo pdf con los códigos QR en la ruta seleccionada.
	Resultados esperados Archivo generado
	Resultados obtenidos El archivo se genera en la ruta definida

Prueba de envío de información hacia un almacenamiento en nube

Tabla 4. 13 Prueba de envió de información hacia un almacenamiento en nube.

Identificador caso de prueba	CP-PRO-005
Caso de prueba	Gestionar el proceso de envío de información hacia un almacenamiento en nube con ftp
Autor	Juan Méndez
Fecha de creación	15/06/2019
Objetivo de la prueba	**Descripción:** Se podrá enviar la información, a través ftp, hacia un servicio de almacenamiento en nube.
Perfil del usuario	Operador
Necesidades para el caso de prueba	**Condiciones:** Comunicación con el servicio de almacenamiento en nube.
Criterios de éxito	**Caso de éxito:** Se almacenan las fotografías en el servicio de almacenamiento en nube.
Criterios de falla	**Caso de error:** Fallo en la comunicación con el servicio de almacenamiento Las fotografías no se cargan en el servicio de almacenamiento
Precondiciones	Comunicación con el servicio de almacenamiento en nube. Fotografías de lecturas cargadas en el dispositivo
Responsable de ejecución de prueba	Ing. Juan Carlos Herrera
1 Carga de fotografías	
Secuencia Normal	**Duración: 5 minutos**

	Flujo: 1.1 El usuario se conecta con el servicio de almacenamiento en nube. 1.2 Selecciona las imágenes a cargar. 1.3 Se presiona el botón transmitir.
	Resultados esperados Fotografías cargadas en servicio de almacenamiento en nube
	Resultados obtenidos Fotografías cargadas

El detalle de los elementos de la plataforma, el flujo de procesos y pruebas puede revisarse en el Anexo 4.

CAPÍTULO 5

5 CONCLUSIONES

El proceso de manual de lecturas de consumo eléctrico, que aún es utilizado por algunas empresas, trae consigo varios problemas relacionados a la fiabilidad, disponibilidad, seguridad y exactitud de la información obtenida por los funcionarios. Adicionalmente la información es vulnerable a errores durante el proceso de registro e incluso pueden darse casos en que los funcionarios no revisen el medidor sino únicamente obtengan un estimado del consumo.

Considerando esta situación se implementó la plataforma descrita en el presente trabajo, la cual ha demostrado aportar los siguientes beneficios al proceso de lecturas, según las pruebas realizadas:

- Mejora en la planificación del proceso de lecturas: Debido a que es más fácil dimensionar los medidores involucrados, las distancias entre los predios y la facilidad de acceso

- Facilidad de identificación de medidores y revisión de su estado: Al poseer información de los clientes, es posible confirmar la asignación de medidores, identificar casos en que un medidor pertenece a otros clientes, verificar el estado funcional de los medidores, validar que los medidores estén instalados en el predio descrito e identificar posibles casos de evasión. Con la impresión de las etiquetas QR, los procesos de identificación de medidores y registro de lecturas se agilizan.

- La información es más fiable y segura. Los controles agregados al registrar las lecturas permiten identificar posibles fallas en la recolección de datos, además de que se proporciona mayor seguridad ya que la información no está contenida en un medio físico (como papel) que puede dañarse o alterarse con facilidad.

- La disponibilidad de la información se incrementa. Los datos se envían al servidor inmediatamente luego de la toma de la lectura, lo cual agiliza el proceso de facturación. En el peor de los casos, las lecturas están disponibles en cuestión de horas, una vez que exista conexión a Internet.

- Facilita operaciones de auditoría. Debido a que es posible ir dando un seguimiento de las lecturas por las horas de registro y las fotografías que se adjuntan

Durante las pruebas realizadas se pudieron apreciar todos estos elementos, lo cual ayuda a las empresas eléctricas a optimizar el proceso de emisión de facturas y reduce los reclamos por los consumos. Adicionalmente la aplicación está orientada a dispositivos móviles con sistema operativo Android, los mismos que son más económicos para su adquisición por parte de compañías y funcionarios.

Según la experiencia de distintas empresas eléctricas se puede concluir que el sistema reduce el proceso de lectura de consumos de uno o varios días a horas, con lo cual se considera que el objetivo del proyecto se ha cumplido. Para un trabajo futuro se espera realizar un despliegue más amplio de la aplicación a fin de definir y extraer métricas de la eficiencia de los procesos.

REFERENCIAS

123rf. (13 de Julio de 2005). 123rf. Obtenido de 123rf: https://es.123rf.com/photo_64139267_concepto-de-servidor-ftp-de-internet-y-el-almacenamiento-en-la-nube-en-l%C3%ADnea-y-f%C3%A1cil-acceso-a-los-datos-.html

Alcalde, A. (03 de Octubre de 2017). El Baul del Programador. Obtenido de El Baul del Programador: https://elbauldelprogramador.com/fundamentos-programacion-android/#componentes-de-las-aplicaciones

Android. (s.f.). Developers. Obtenido de Developers: https://developer.android.com/guide/components/fragments?hl=es-419

Andy Oppel, R. S. (2010). Fundamentos de SQL. Mexico: McGRAW-HILL. doi:978-607-15-0251-3

API, G. M. (2017). Google Maps API. Obtenido de https://developers.google.com/maps/documentation/android-api/intro?hl=es-419

Avilés, E. A. (2018). Evaluación de la innovación tecnológica en la toma de lecturas de medidores de energía eléctrica. Quito.

Center, I. K. (2018). IBM. Obtenido de IBM: https://www.ibm.com/support/knowledgecenter/es/SS9UM9_9.1.2/com.ibm.datatools.dimensional.ui.doc/topics/c_dm_primary-foreignkeys.html

Collado, C. (12 de Abril de 2019). Andro4 All. Obtenido de Andro4 All: https://andro4all.com/2018/08/versiones-android-historia

Daniel Sanz, M. S. (s.f.). Introducción a Android. España: E.M.E. Editorial. doi:978-84-96285-39-5

DataDirect. (2019). Progress. Obtenido de Progress: https://www.progress.com/data-connectivity/sql-server-solutions

EcuRed. (06 de Diciembre de 2009). EcuRed. Obtenido de EcuRed: https://www.ecured.cu/NetBeans

Escofet, C. M. (2009). El lenguaje SQL. España. doi:P06/M2109/02149

Forouzan, B. A. (2007). Transmision de Redes y Datos de Comunicaciones. doi:9788448192808

Gilfillan, I. (s.f.). La Biblia MySQL. Anaya. doi:9788441515581

Gironés, J. T. (2012). El gran libro de Android. Mexico: Alfaomega Grupo Editor. doi:978-607-707-506-6

Hamano, T. (27 de Julio de 2016). DEV. Obtenido de DEV: https://stories.devacademy.la/por-qu%C3%A9-escoger-visual-studio-como-ide-3be274236279

Hernandez, A. G. (2016). Sobre la Seguridad del Almacenamiento en la Nube. Cataluña: MisTic.

Hoy, C. (29 de Junio de 2014). Redacción Computer Hoy. Obtenido de Redacción Computer Hoy: https://computerhoy.com/noticias/internet/que-son-codigos-qr-como-funcionan-14973

IntelliJ, G. (2014). Android Studio. Estados Unidos.

Juan Manuel Gimeno, J. L. (2010). Introduccion a Netbeans.

Kreibich, J. A. (2010). Using SQLite. Estados Unidos: O'Reilly Media. Inc. doi:978-0-596-52118-9

Larrouy, D. (2017). Cinco Dias. Obtenido de https://cincodias.elpais.com/cincodias/2014/12/26/empresas/1419614560_558687.html

Llona, V. (2014). Acceso remoto a tu ordenador desde un tablet Android o iPad. SlideShare, 2.

Mannino, M. V. (2007). Administracion de Base de Datos. Mexico: McGRAW-Hill/Interámericana Editores, S.A. de C.V. doi:978-970-10-6109-1

Manzano, O. M. (2016). Diseño de Base de Datos. Cuenca: Universidad del Azuay. doi:978-9978-325-94-0

PC. (8 de Febrero de 2019). PC. Obtenido de https://www.pcmag.com/encyclopedia/term/49428/pocket-pc

Ricardo, C. M. (2009). Base de Datos. Mexico: McGRAW-Hill Interámericana Editores, S.A. de C.V. doi:978-970-10-7275-2

Salazar, J. (s.f.). Redes Inalambricas.

Santillan, G. M. (2005). Bases de Datos en MySQL. Cataluña: Eureca Media, SL. doi:71Z799014MO

Siacat. (2018). Sistemas de Informacion Aplicados a Catastros y Teriitorios. Obtenido de Sistemas de Informacion Aplicados a Catastros y Teriitorios: https://siacat-ec.com/

Social, C. E. (01 de Marzo de 2017). Consorcio Ecuatoriano para la Responsabilidad Social. Obtenido de http://www.redceres.com/single-post/EERSSA-forma-parte-de-CERES

Valle, E. S. (2018). Diseño de un sistema movil para la lectura de medidores mediante tecnologia Bluetooth. Facultad de Ingenieria Industrial, 10.

Zea, M. R. (2017). Administración de bases de datos con postgresql. Área de Innovación y Desarrollo, S.L. doi:978-84-946684-6-3

ANEXOS

Anexo 1 Implementación del código

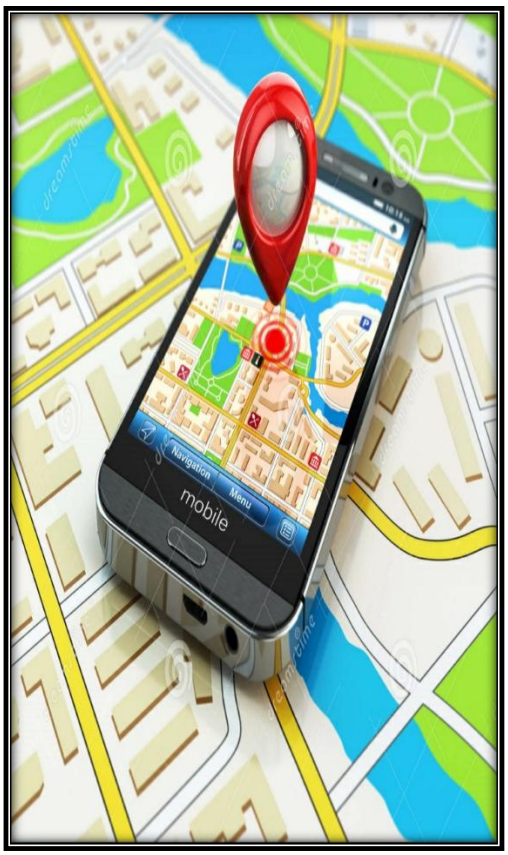
A continuación se describe la construcción de la aplicación para dispositivos móviles orientada a optimizar el proceso de lecturas de medidores de energía eléctrica. Se utilizará el IDE Android Studio.

❖ Actividad de inicio del sistema

Clases involucradas en esta actividad:

- Inicio.java

Esta actividad corresponde al inicio de la aplicación Anexo 1 Figura 1.



Anexo 1 Figura 1 Inicio del sistema

❖ **Actividad de acceso al menú principal**

Clases involucradas en esta actividad:

- Accesos.java

En esta actividad se visualiza el menú principal que tiene la aplicación de lecturas de medidores de energía eléctrica. Las opciones disponibles son: Rutas, Transmisión, Identificación QR, Rutas especiales (o medidores digitales) y Reportes.

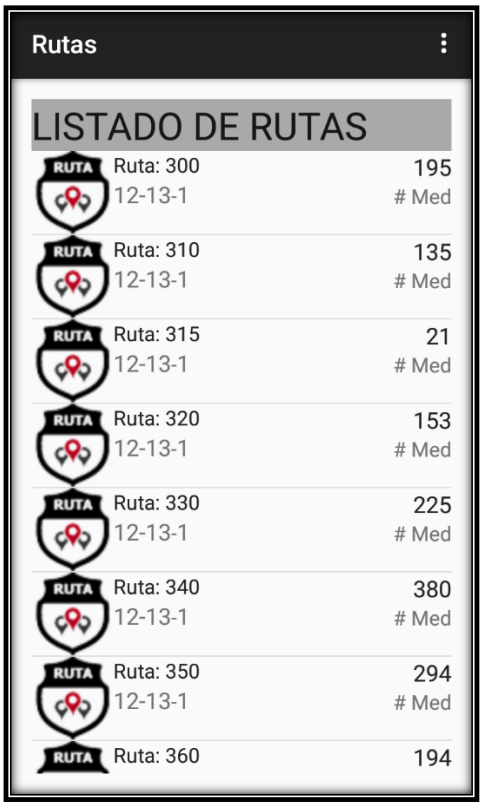
Anexo 1 Figura 2 Accesos del menú principal

❖ **Actividad de rutas**

Clases involucradas en esta actividad:

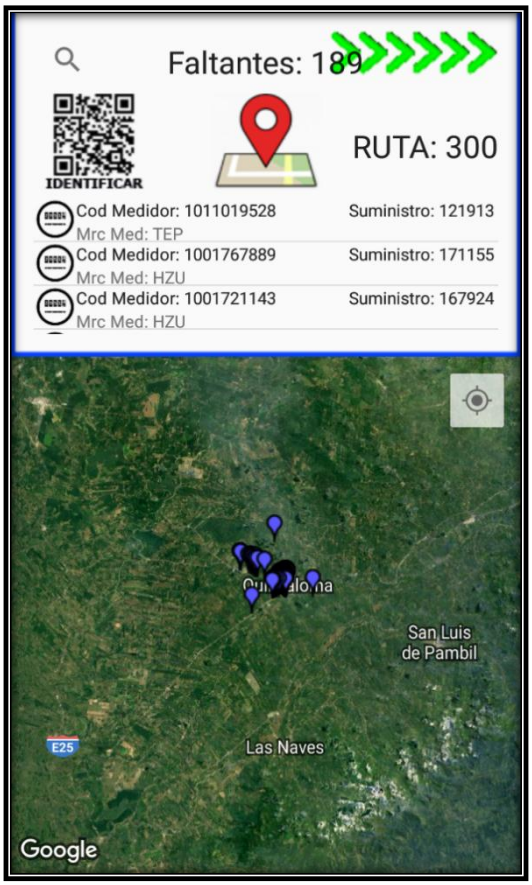
- Rutas.java

En esta actividad se visualizan las rutas que han sido cargadas por el lector y que tienen la información de los medidores a procesarse. Se coloca en columnas el número de provincia, cantón, sector y la ruta con la cantidad de medidores que se encuentran en ese polígono.



Anexo 1 Figura 3 Listado de rutas

Con la actividad MapsActivity se puede visualizar, por medio de Google Maps, la ubicación de todos los medidores que se deben procesar. Esto facilita la localización de los medidores aún en zonas rurales de difícil acceso.



Anexo 1 Figura 4 Ubicación de los medidores

- **Actividad lecturas**

Clases involucradas en esta actividad:

- Lectura.java
- Lecturas_Ok.java

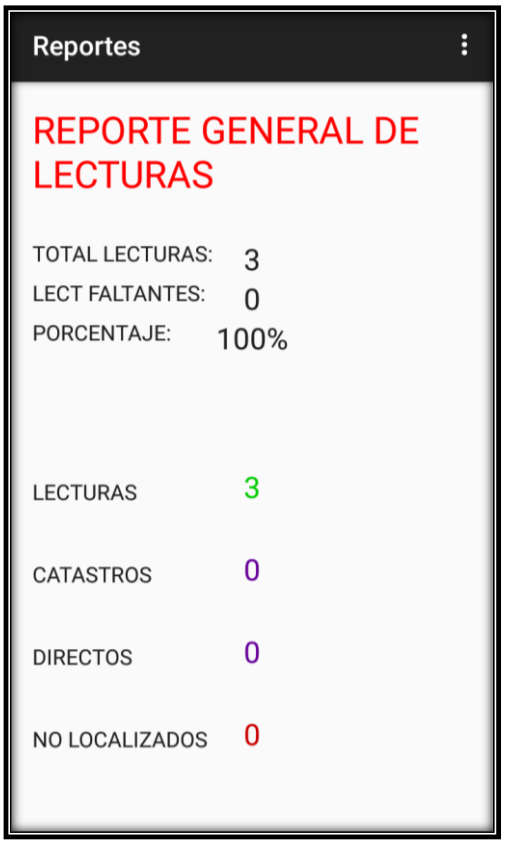
Con el método insertarlectura() se ingresarán las lecturas visualizadas en el medidor de energía eléctrica. Adicionalmente se capturan las fotografías del medidor.

El método ValLectura() calcula el promedio de las lecturas de meses anteriores y la compara con la lectura ingresada. Se visualizará un AlertDialog si la lectura es menor o mayor a la media, obligando al lector a verificar la información.

En la Anexo 1 Figura 5 se muestra la pantalla donde será ingresada tanto la lectura como la fotografía.

Anexo 1 Figura 5 Ingreso de lectura y fotografía del medidor.

Con la clase lecturas_Ok.java se visualizan los medidores procesados y los restantes, en la ruta planificada.



Anexo 1 Figura 6 Cantidad de medidores lecturados por ruta.

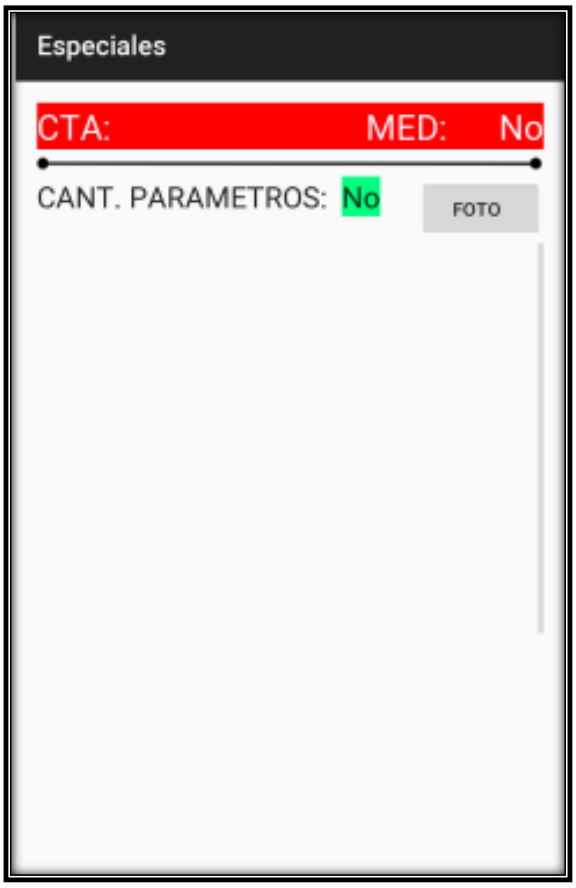
- **Actividad especiales**

Clases involucradas en esta actividad:

- Especiales.java

Esta actividad gestiona medidores digitales que generalmente están ubicados en empresas industriales y aplican a equipos y maquinaria con consumos diferenciados. Permiten el registro de más de tres lecturas.

La clase Especiales.java permite el ingreso de más de tres parámetros de lectura.



Anexo 1 Figura 7 Ingreso de lecturas de medidores especiales.

❖ **Actividad identificación**

Clases involucradas en esta actividad:

- Identificacion.java

Con la clase Identificacion.java se permite el reconocimiento de los códigos QR a través de la cámara del dispositivo móvil. Se identifican los códigos y se recuperan los datos.

```
// creo el detector qr
BarcodeDetector barcodeDetector =
        new BarcodeDetector.Builder(this)
                .setBarcodeFormats(Barcode.ALL_FORMATS)
                .build();

// creo la camara
cameraSource = new CameraSource
        .Builder(this, barcodeDetector)
        .setRequestedPreviewSize(1600, 1024)
        .setAutoFocusEnabled(true) //you should add this feature
        .build();
```

Figura Anexo 1 Reconocimiento del código QR

En el sistema de lecturas se podrá acceder en la opción "Identificación", donde accederá a la cámara para poder leer el código QR y automáticamente verificar los datos del cliente.

Anexo 1 Figura 8 Sistema de identificación

- **Actividad datos del cliente**

Clases involucradas en esta actividad:

- DatosCliente.java

Con la clase DatosCliente.java se visualizarán los datos del cliente, como: número de cuenta, número de medidor, marca del medidor, número de esferas, nombre del cliente y la dirección de la ubicación del medidor.

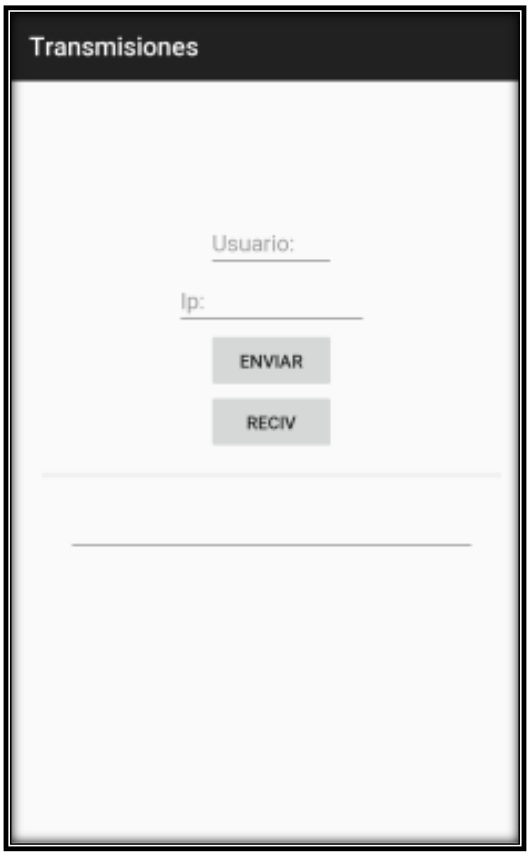
Anexo 1 Figura 9 Datos del cliente

- **Actividad transmisión**

Clases involucradas en esta actividad:

- Transmision.java

Se ingresa la dirección ip del servidor y el usuario. Sirve para recibir las rutas y enviar la información de las lecturas.



Anexo 1 Figura 10 Transmisión de información.

Anexo 2 Construcción del código para la impresión de QR

El programa de generación de los códigos QR fue realizado en Java usando el IDE Netbeans. Los códigos se añaden a un archivo pdf para imprimirlos y luego pegarlos en los medidores.

En este proyecto se utilizarán dos clases:

- JFrameQR.java
- Conexión.java

El JFrame.java se encarga de la creación de los códigos QR, los mismos que se añaden al archivo pdf.

```
}catch(Exception e){
    System.out.println("Error"+ e);
}
cad[cont]="C:\\DESARROLLO\\generador\\PRUEBA DB\\NetBeansProjects\\QR/null"+cuenta+".jpg";
cta[cont]=cuenta;
if(cont>=22){
    cont=0;
    Document documento = new Document();
        FileOutputStream ficheroPdf;
        float marg= (float) 6.0;
        try
        {
            ficheroPdf = new FileOutputStream("C:\\ARCHIVOS\\ejemplos/pdf"+cuen+".PDF");
            cuen++;
            PdfWriter.getInstance(
                                  documento,
                                  ficheroPdf
                                  );
            documento.right((float) 0.1);
            documento.bottom((float) 0.1);
            documento.left((float) 0.1);
            documento.top((float) 0.1);
        }
```

Anexo 2 Figura 1 Creación del archivo pdf

La clase Conexión.java permite recuperar la información de la base de datos.

```
InetAddress address = null;

Connection conex=null;
public conexion(){
    try {
        address = InetAddress.getLocalHost();
    } catch (UnknownHostException ex) {
        Logger.getLogger(conexion.class.getName()).log(Level.SEVERE, null, ex);
    }
    String url="jdbc:sqlserver://"+address.getHostName()+":1433;databaseName="+bd;
    try {
        Class.forName("com.microsoft.sqlserver.jdbc.SQLServerDriver");
        conex=DriverManager.getConnection(url,login,password);
        if(conex!=null){
            JOptionPane.showMessageDialog(null, "Conexion a base de datos "+bd+". listo");
        }
    } catch (SQLException e) {
        System.out.println(e);
    }
    catch (ClassNotFoundException e){
        System.out.println(e);
    }
}
public Connection getConnection(){
    return this.conex;
}
```

Anexo 2 Figura 2 Conexión con la base de datos

Anexo 3 Construcción del sistema de administración

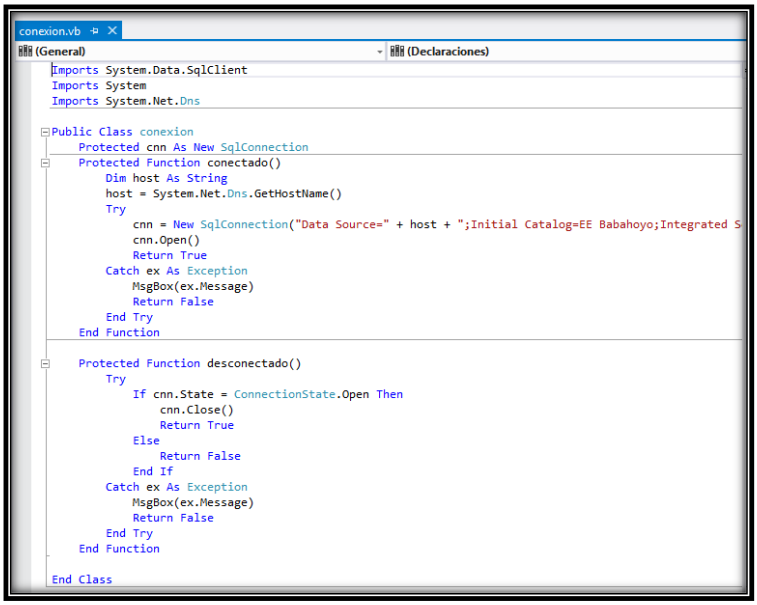
El sistema de administración fue desarrollado en Visual Studio 2012.

Anexo 3 Figura 1 Visual Studio

Consta de las siguientes partes:

- **Conexión**

Recupera la información de las rutas desde la base de datos MySQL. Se adjunta una porción del código de este proceso:

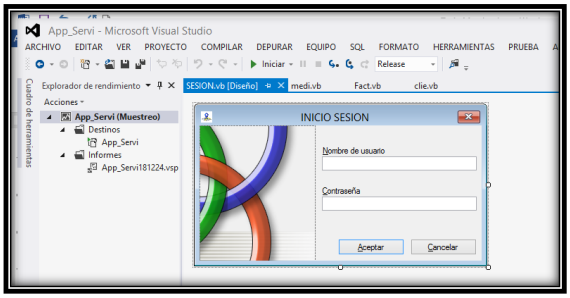


```
conexion.vb
(General)                                   (Declaraciones)
Imports System.Data.SqlClient
Imports System
Imports System.Net.Dns

Public Class conexion
    Protected cnn As New SqlConnection
    Protected Function conectado()
        Dim host As String
        host = System.Net.Dns.GetHostName()
        Try
            cnn = New SqlConnection("Data Source=" + host + ";Initial Catalog=EE Babahoyo;Integrated S
            cnn.Open()
            Return True
        Catch ex As Exception
            MsgBox(ex.Message)
            Return False
        End Try
    End Function

    Protected Function desconectado()
        Try
            If cnn.State = ConnectionState.Open Then
                cnn.Close()
                Return True
            Else
                Return False
            End If
        Catch ex As Exception
            MsgBox(ex.Message)
            Return False
        End Try
    End Function

End Class
```

Anexo 3 Figura 2 Conexión

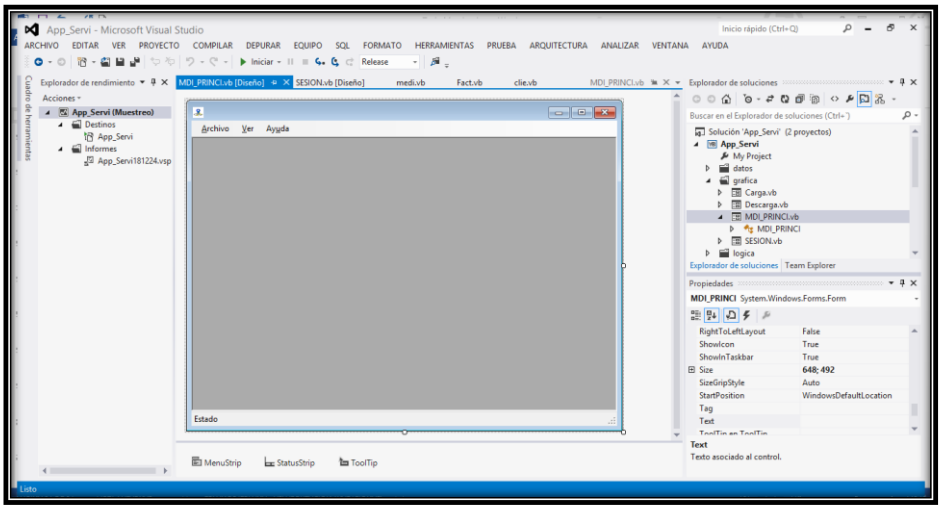
- **Inicio**

Al iniciar el sistema de administración se requiere un usuario y la contraseña asignada.



Anexo 3 Figura 3 Inicio del sistema de administración

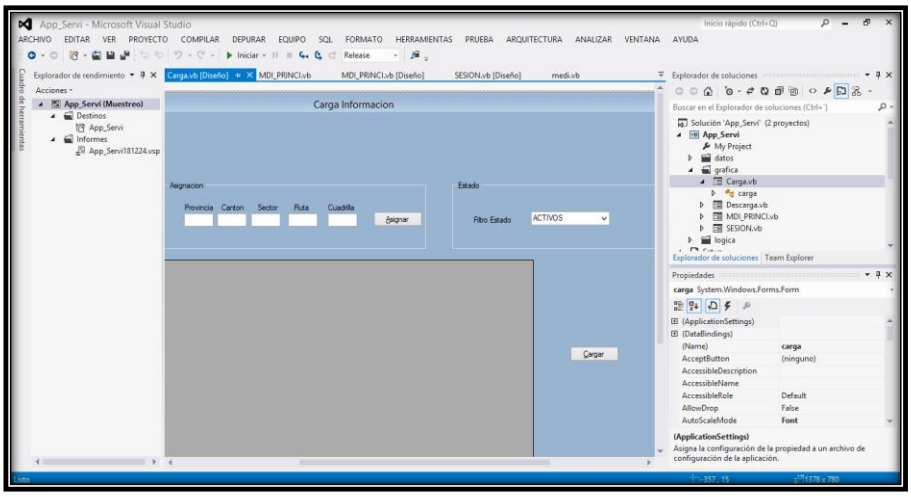
Luego del ingreso se debe seleccionar la opción requerida



Anexo 3 Figura 4 Sistema de administración

- **Cargar las rutas**

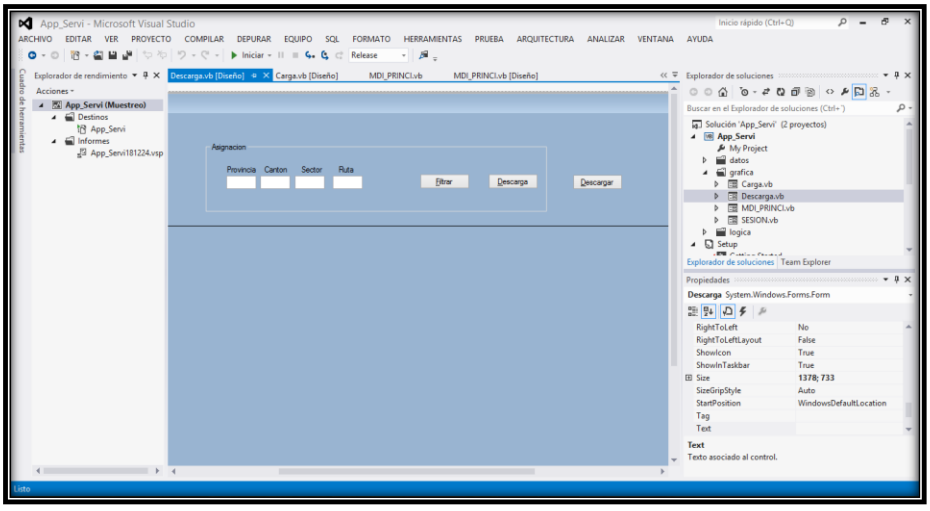
Con esta opción se cargarán las rutas de trabajo, asignadas por medio de un número.



Anexo 3 Figura 5 Cargar las rutas

❖ Descargar las rutas

En esta sección, el servidor recibirá las rutas que el usuario envía del dispositivo móvil y podrá visualizar la cantidad de medidores que son lecturados en cada ruta.



Anexo 3 Figura 6 Descarga de las rutas

Anexo 4 Pruebas de funcionamiento

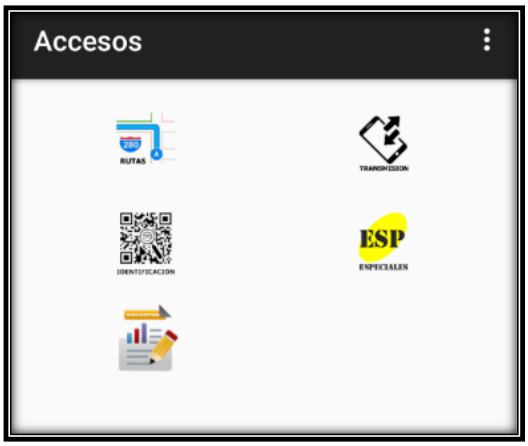
- **Evaluación del funcionamiento para el control de acceso.**

Al ingresar a la aplicación de lecturas se puede apreciar el inicio del sistema. En ella es necesario dar un toque a la pantalla para ejecutar el programa.

Anexo 4 Figura 1Inicio del sistema.

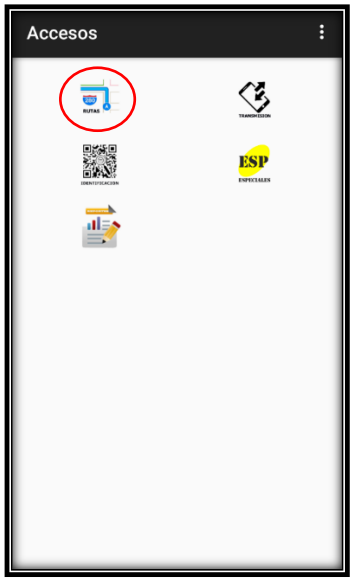
- **Evaluación de funcionamiento de la interfaz general**

Al momento de acceder al sistema, se puede visualizar el entorno de la aplicación móvil. Se despliega un conjunto de opciones entre las que encontramos: Rutas, Transmisiones, Identificar (códigos QR), Medidores Especiales y Reportes



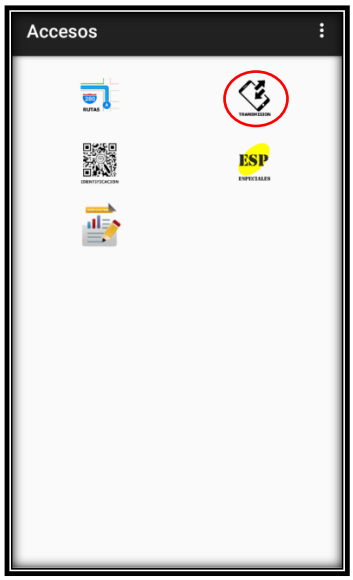
Anexo 4 Figura 2 Interfaz del sistema.

En la opción Rutas, se visualizará el listado de rutas que serán asignadas al lector.



Anexo 4 Figura 3 Interfaz de ruta

La opción de acceso de transmisión es donde se descarga la información de las rutas que han sido asignadas.



Anexo 4 Figura 4 Interfaz de transmisión

La opción de Identificador de código QR, usará este código para acceder a la información del cliente.

Anexo 4 Figura 5 Opción identificador

La opción de acceso a los medidores especiales, o también llamados medidores con tres o más lecturas, permite el registro de lecturas activas, reactivas y demanda.

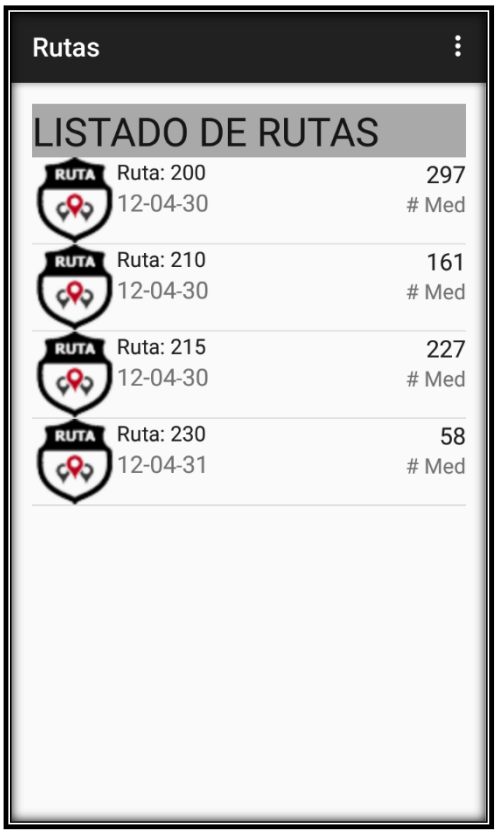
Anexo 4 Figura 6 Interfaz de medidores especiales

En la opción de Reportes, tendremos el informe de las lecturas, por ejemplo, cuántos medidores han sido procesados y cuántos medidores están pendientes.

Anexo 4 Figura 7 Interfaz de reportes

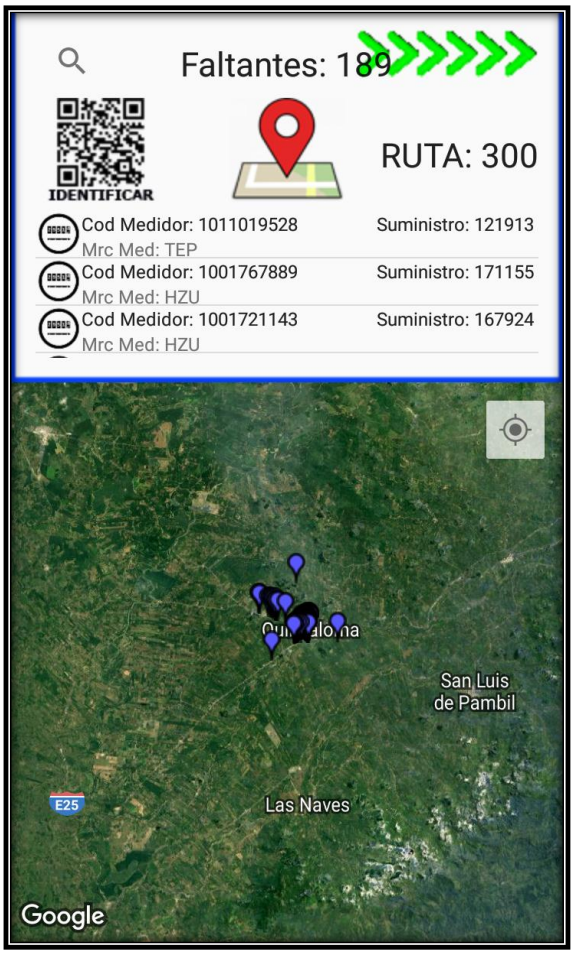
- **Evaluación de la gestión de rutas**

Una vez que descargamos la información desde el servidor centralizado, podemos acceder la opción Rutas para ver un listado de las rutas y medidores a procesar.



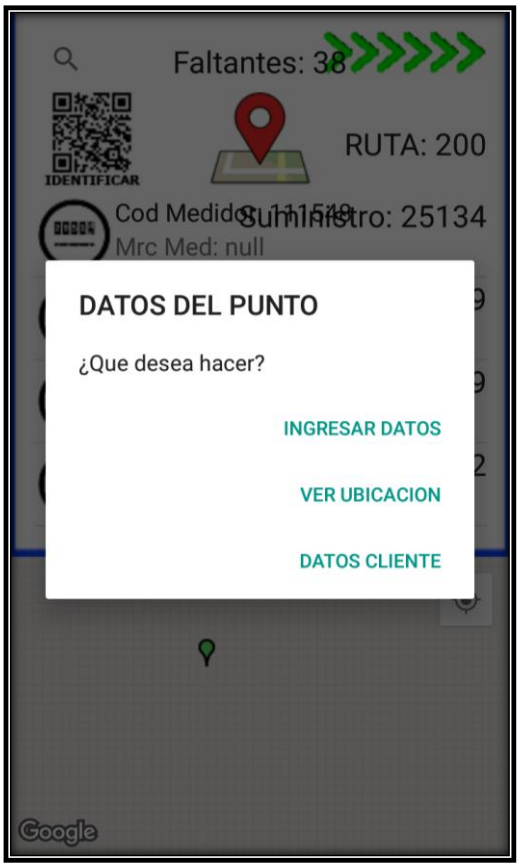
Anexo 4 Figura 8 Listado de rutas cargadas

Seleccionamos una ruta y se despliega una nueva pantalla con el listado de medidores asociados y su ubicación.



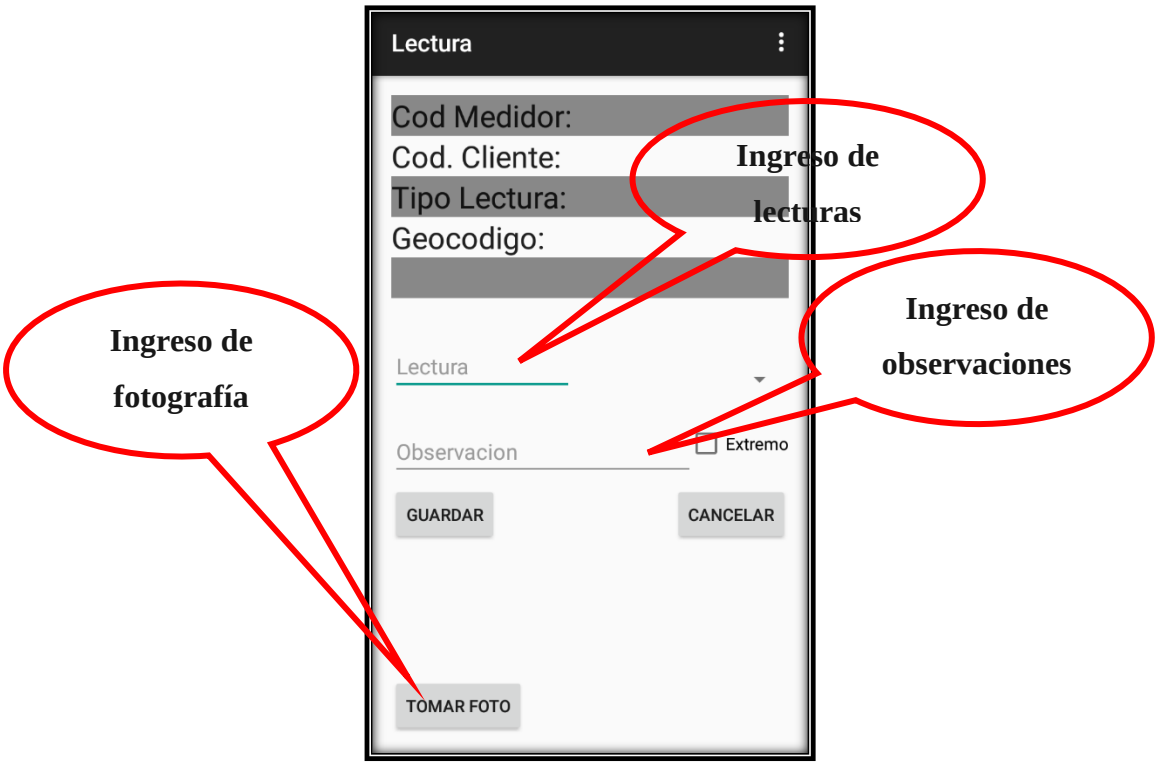
Anexo 4 Figura 9 Listado de medidores y ubicación

Seleccionamos el medidor para la lectura y se despliega un aviso en donde seleccionamos el procedimiento que se quiere realizar. Las opciones son: ingresar lectura, ver ubicación y ver datos del cliente.



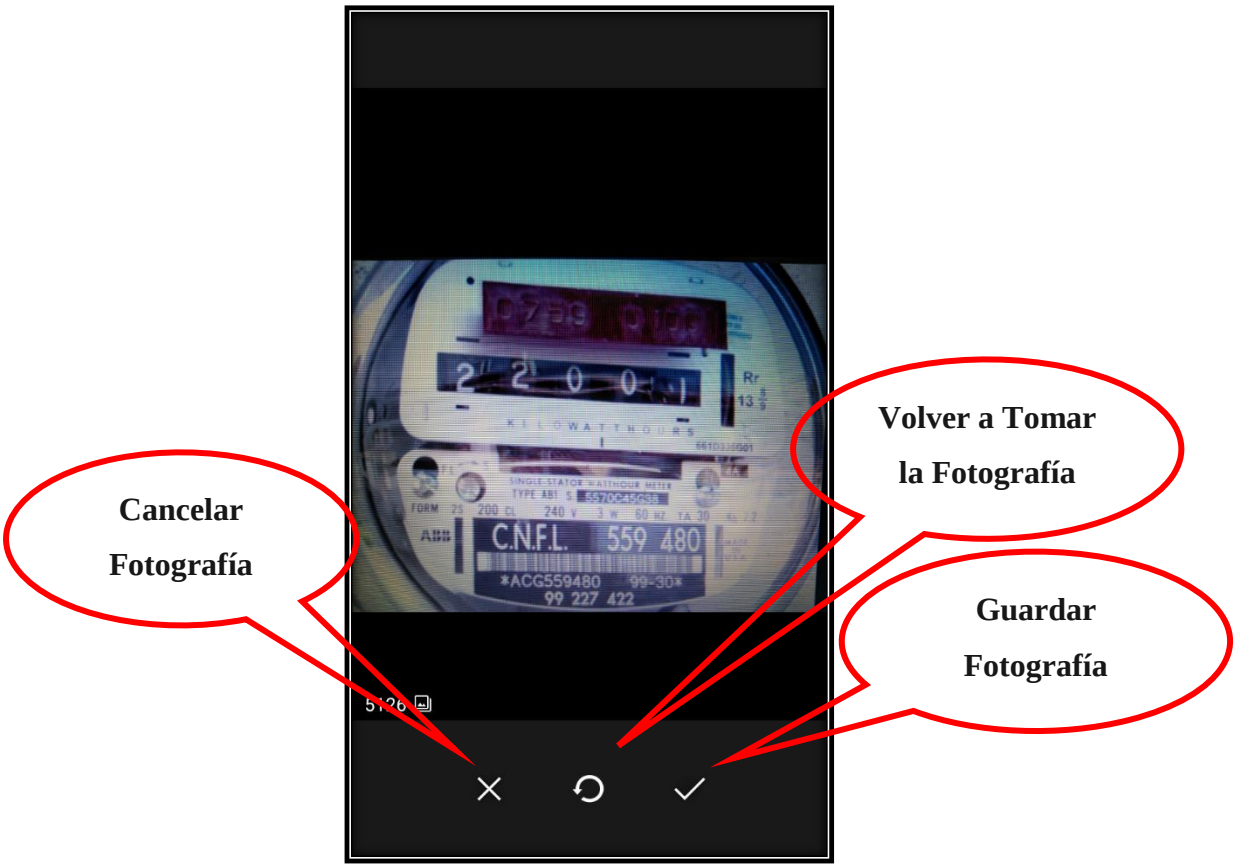
Anexo 4 Figura 10 Selección de proceso

Para el ingreso de las lecturas se despliega una pantalla que nos permite registrar la información, las fotografías y observaciones adicionales.



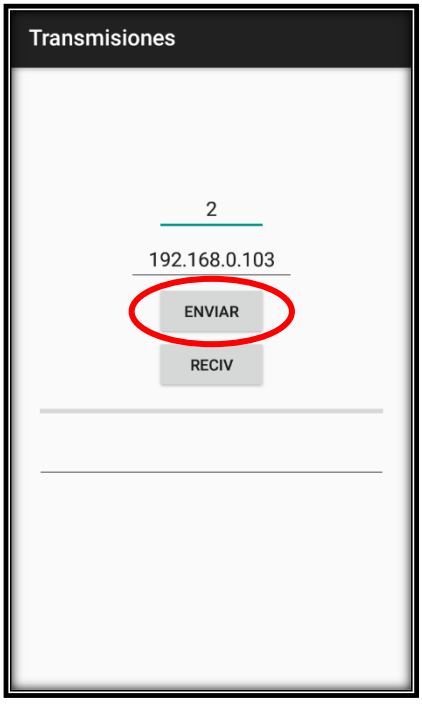
Anexo 4 Figura 11 Ventana de lecturas.

Para el ingreso de la fotografía hacemos click en “tomar foto” y capturamos la imagen.



Anexo 4 Figura 12 Ingreso de fotografía

Para el envío de la información de las rutas procesadas se da un clic en la sección "Transmitir", como se muestra en la Anexo 4 Figura 13.



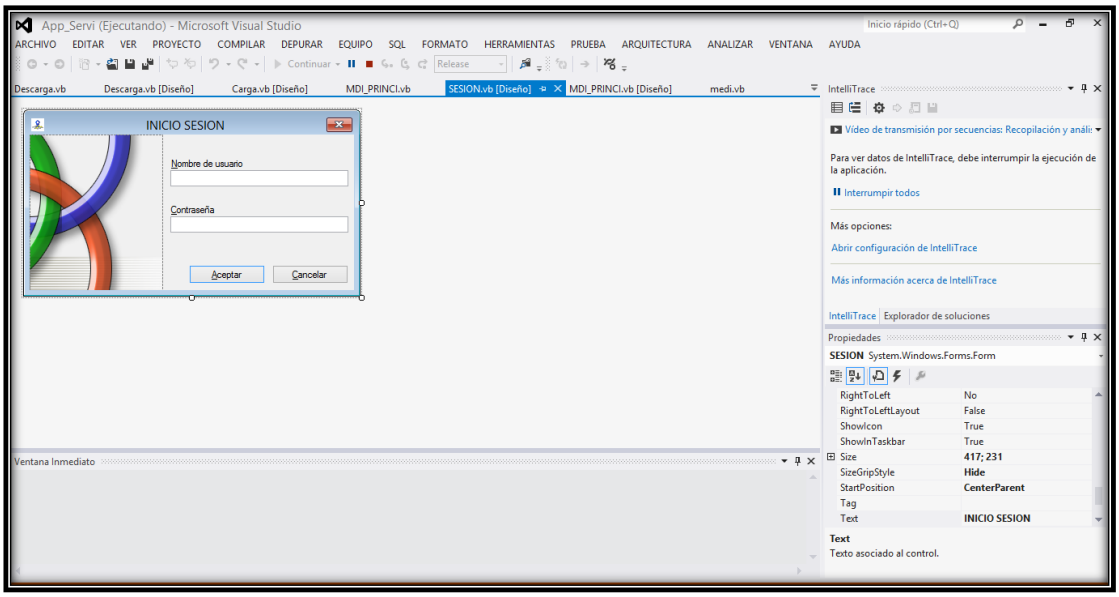
Anexo 4 Figura 13 Envío de información

Las fotografías se guardarán en una carpeta de la memoria interna del dispositivo móvil con la ruta “Lecturas → imágenes → Medidor”.

Anexo 4 Figura 14 Almacenamiento interno fotografías

- **Evaluación del funcionamiento del administrador**

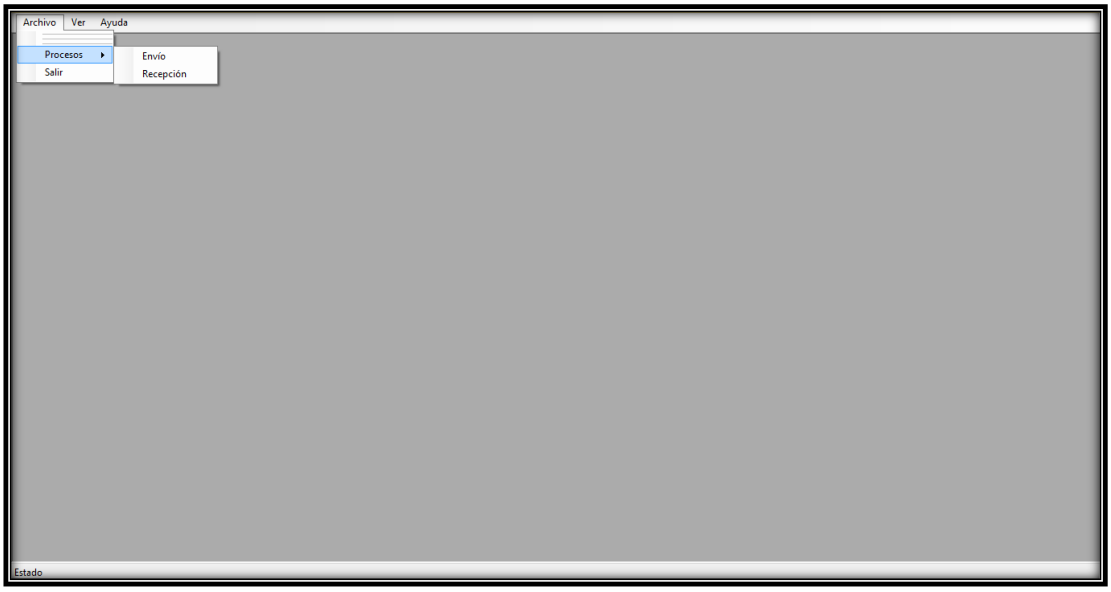
Para acceder al sistema de administración, se ingresa a la pantalla de login y se registra el nombre y la contraseña, como se muestra en la figura.



Anexo 4 Figura 15 Ingreso al administrador

En la siguiente ventana seleccionamos el tipo de procesos requeridos:

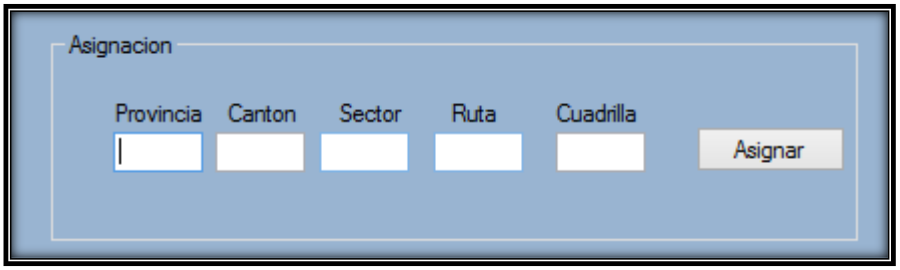
- Proceso de envío: Se carga el archivo txt enviado por la empresa y la asignación de las rutas a cada lector.
- Proceso de recepción: Llega la información enviada desde el sitio para su revisión.



Anexo 4 Figura 16 Proceso de trabajo

Al ingresar en la opción de “Envío” se debe registrar la ruta. Se divide en tres ventanas de trabajo:

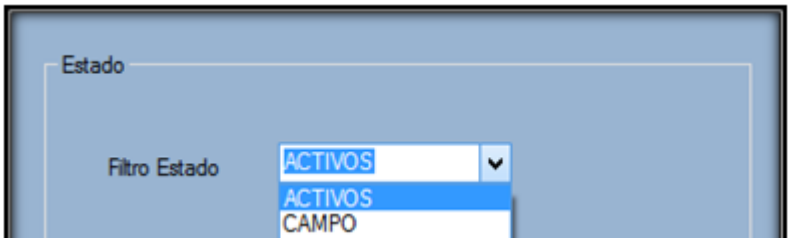
Asignación: Se ingresará la ruta que se desee asignar a la cuadrilla con el respectivo número de equipo.



Anexo 4 Figura 17 Asignación de rutas

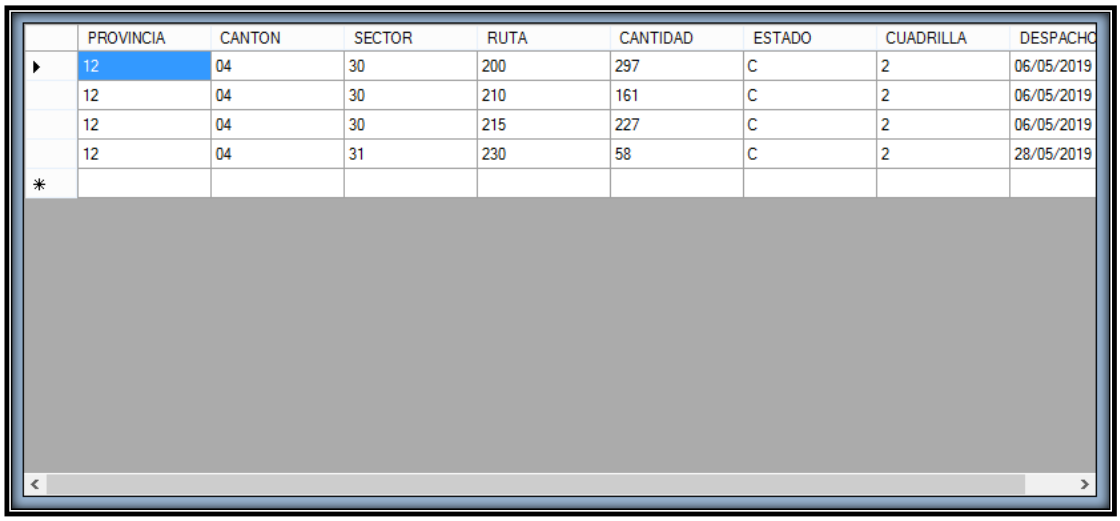
Estado: En esta ventana tenemos la situación de cada ruta

1. **Activos:** Rutas que están por cargar.
2. **Campo:** Rutas que ya están asignadas a una cuadrilla y que fueron cargadas.



Anexo 4 Figura 18 Filtro de estado

Ventana de rutas: se visualizan las rutas que se encuentran activas y campo. También el número asignado a cada cuadrilla.

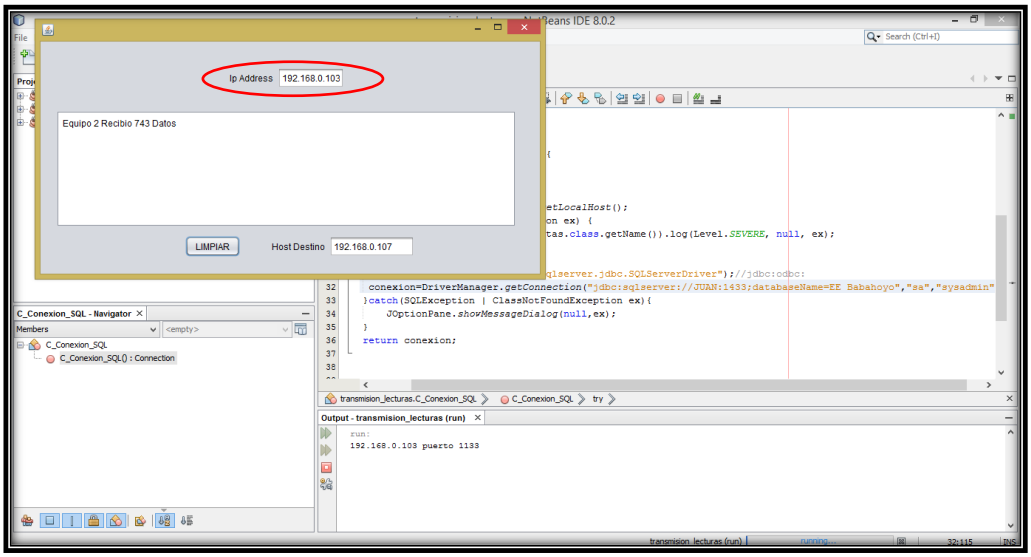


PROVINCIA	CANTON	SECTOR	RUTA	CANTIDAD	ESTADO	CUADRILLA	DESPACHO
12	04	30	200	297	C	2	06/05/2019
12	04	30	210	161	C	2	06/05/2019
12	04	30	215	227	C	2	06/05/2019
12	04	31	230	58	C	2	28/05/2019

Anexo 4 Figura 19 Ventana de rutas

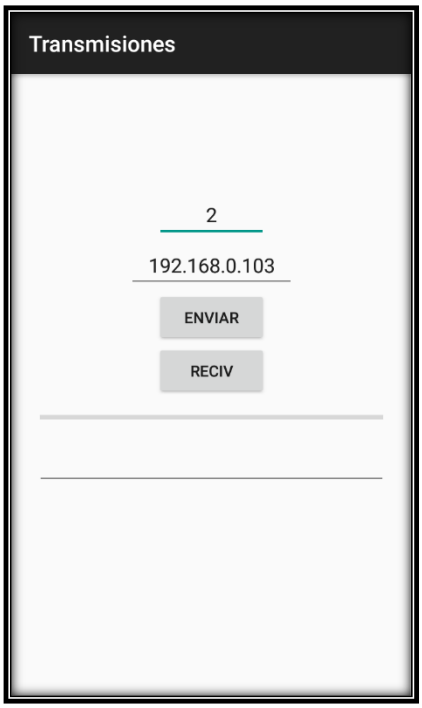
❖ Evaluación del funcionamiento transmisión de rutas

Realiza la transmisión de las rutas entre el servidor y el dispositivo móvil.



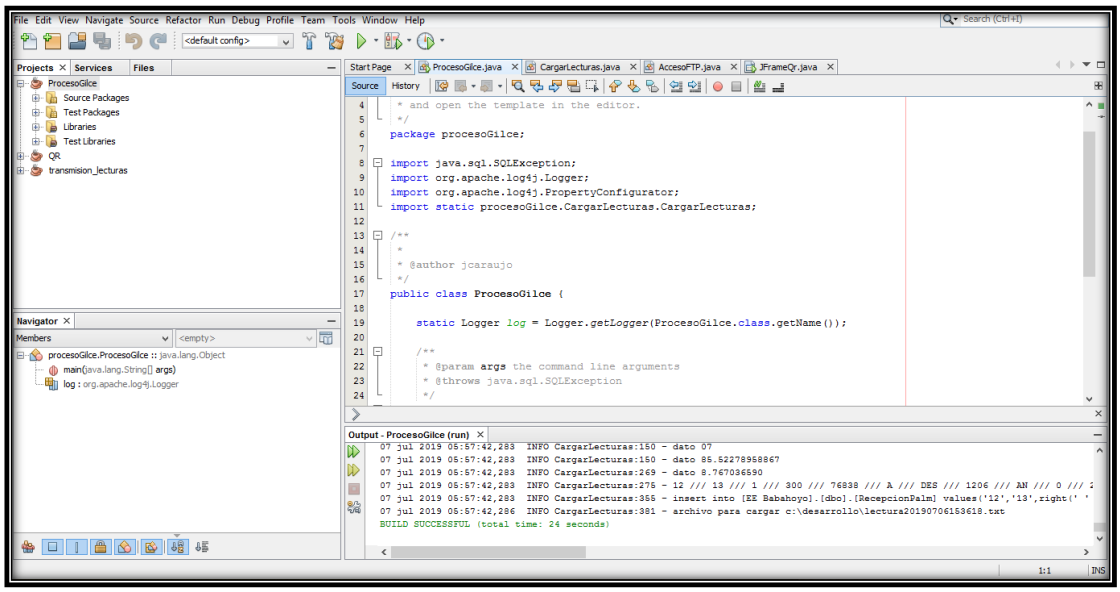
Anexo 4 Figura 20 Asignación IP para la transmisión

En la aplicación móvil se debe ingresar el número IP que se asigna y el número de cuadrilla o usuario, para que puedan cargar las rutas asignadas por el administrador. Luego se debe pulsar el botón “enviar” para transmitir la información de lecturas y fotografías hacia el servidor a través de una comunicación ftp.



Anexo 4 Figura 21 Envío y recepción de rutas por medio del dispositivo móvil

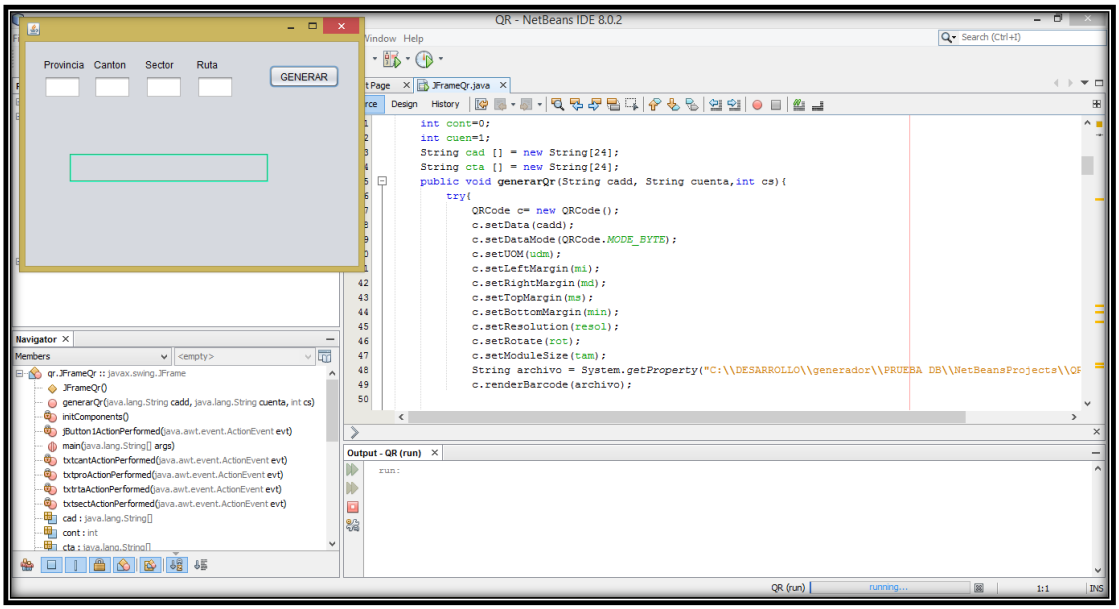
En el servidor se ejecuta un programa en Netbeans que recibe la información de las lecturas y las fotografías.



Anexo 4 Figura 22 Recepción de datos en el servidor

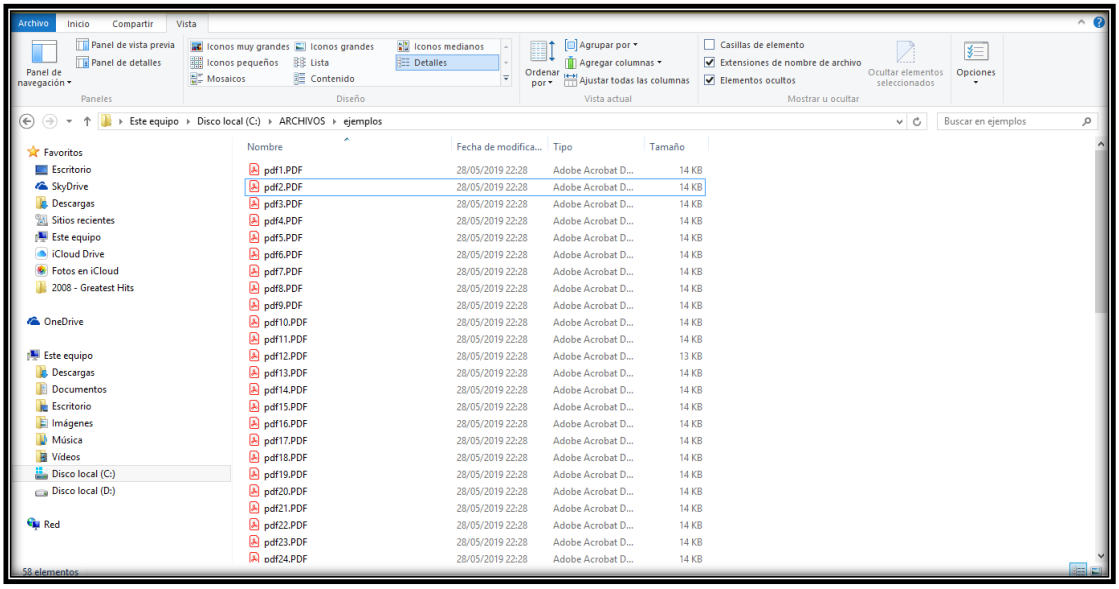
❖ Evaluación de funcionamiento del sistema de impresión de códigos QR

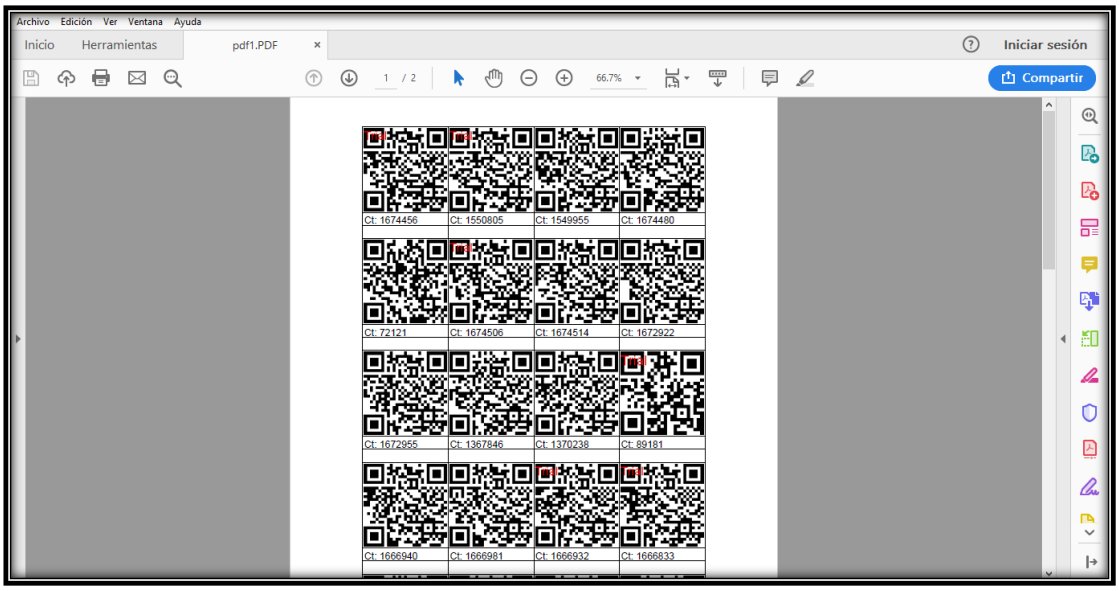
Se realizan las pruebas de creación de los códigos QR con un aplicativo que recupera la información desde la base de datos (Figura Anexo 49).



Anexo 4 Figura 23 Proceso de creación de códigos QR

Los códigos QR se guardan en formato pdf.

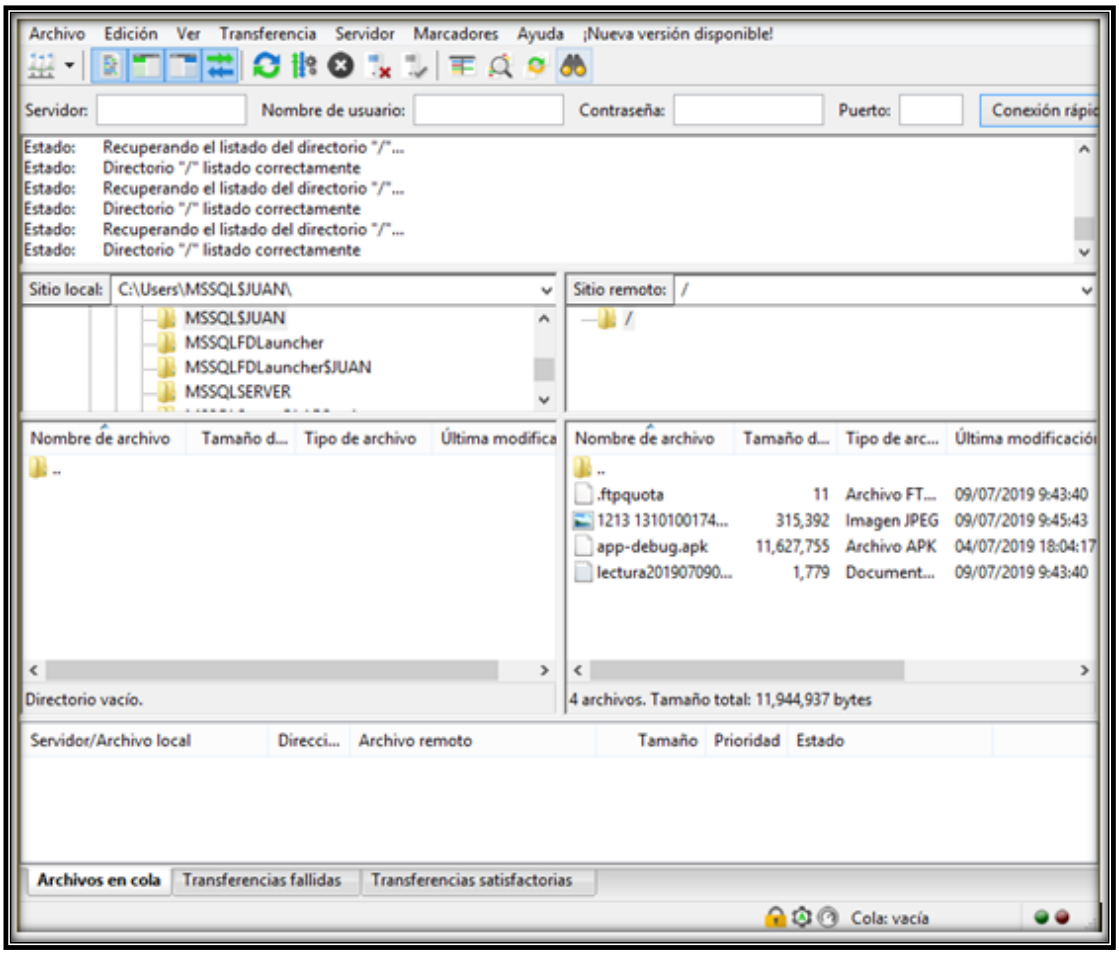




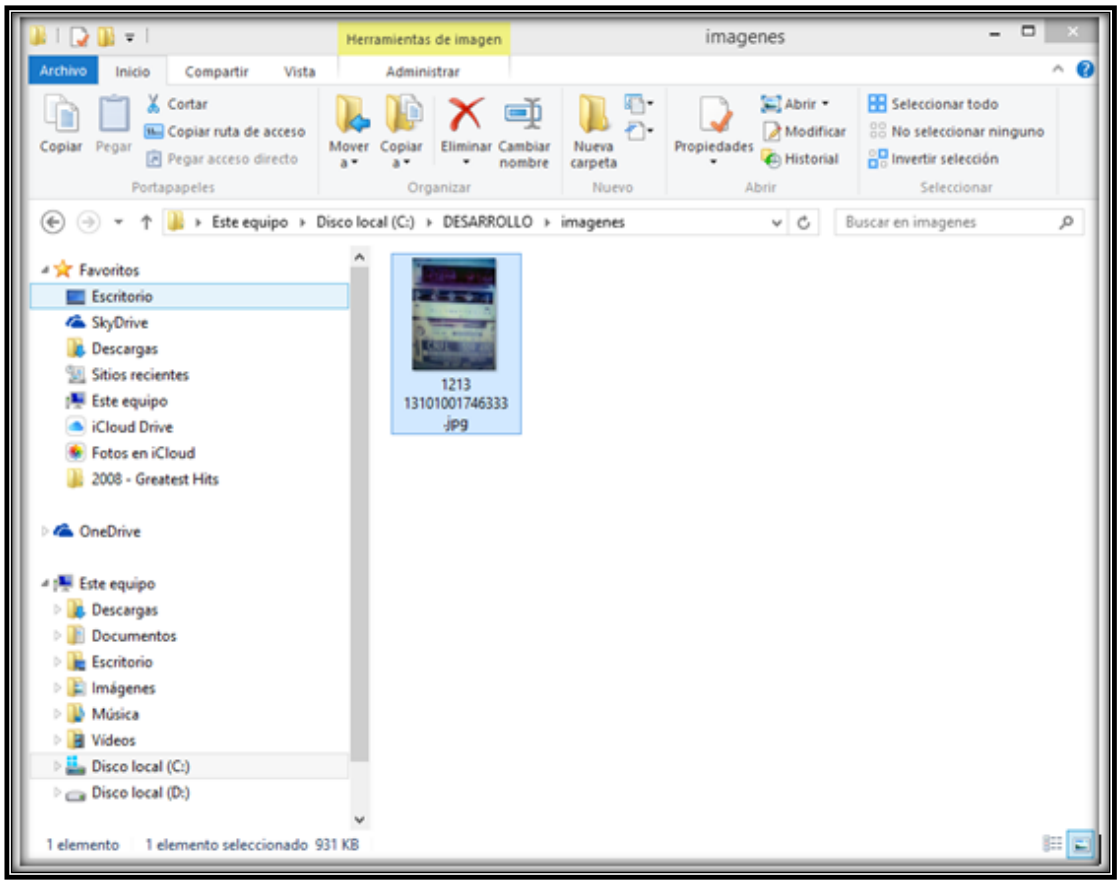
Anexo 4 Figura 24 Códigos QR

Anexo 5 Proceso de envío de fotografías por ftp

El sistema enviará las fotografías, por medio de ftp, a un servicio de almacenamiento en nube. Una vez que termine el envío, se podrán descargar los archivos en una ruta definida del servidor central.



Anexo 5 Figura 1 Conexión ftp



Anexo 5 Figura 2 Envío de fotografías